

O efeito da volatilidade da taxa real de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação do Brasil: uma investigação empírica

Alex Sander Souza do Carmo¹
Maurício Vaz Lobo Bittencourt

Resumo: Diante da ruptura do sistema de Bretton Woods e com a adoção do sistema de câmbio flutuante por diversos países, houve um aumento na variabilidade da taxa de câmbio na maior parte dos países, com diversas consequências para a economia dos mesmos. O objetivo do presente artigo é analisar o efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação do Brasil. Para tanto, definiu-se como diversificação da pauta de exportação, o número de produtos exportados pelo Brasil para cada um dos 53 parceiros comerciais considerados no estudo, no período compreendido entre 1999 a 2009. Adicionalmente, essa variável foi utilizada como dependente em um modelo gravitacional de comércio. Os resultados obtidos indicam que a volatilidade da taxa real de câmbio causa uma redução na diversificação da pauta de exportação brasileira.

Palavras-chave: Volatilidade, Taxa de câmbio, Diversificação.

Classificação JEL: F10; F15.

Abstract: After the fall of the Bretton Woods system and the resulting adoption of floated exchange rates regimes by many countries, there were an increase in the exchange rate volatility in most of countries, with many consequences for their economies. The aim of this paper is to analyze the effect of exchange rate volatility on the exports diversification of Brazil. For both, it was defined as exports diversification, the number of products exported from Brazil to each 53 trading partners considered in the study, in the period from 1999 to 2009. Subsequently, this variable was used in gravity model of trade. The results showed that the exchange rate volatility causes a reduction in the exports diversification of Brazilian.

Keywords: Volatility, Exchange rate, Diversification.

JEL Classification: F10; F15.

Área 7 - Economia Internacional

¹ Respectivamente, professor Assistente do Departamento de Economia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e doutorando do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná (PPGDE-UFPR), *e-mail*: acarmo@uepg.br; Doutor em Economia pela Ohio State University e professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná (PPGDE-UFPR), *e-mail*: mbittencourt@ufpr.br.

1. INTRODUÇÃO

Após a ruína do sistema de Bretton Woods no início dos anos setenta, vários países passaram a adotar o sistema de câmbio flutuante, em detrimento do sistema de câmbio fixo. Em consequência, esses países passaram a experimentar uma elevada volatilidade na taxa de câmbio (ARIZE *et al.*, 2000). A partir de então, emergiu na literatura diversos trabalhos, tanto teóricos quanto empíricos, que objetivam analisar os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional (McKENZIE, 1999; OZTURK, 2006).

Não obstante os estudos sobre os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional serem amplamente difundidos na literatura internacional, ainda existem poucos estudos que objetivam analisar esta relação para o comércio internacional brasileiro, o que constitui em uma grande lacuna, tendo em vista que o Brasil aumentou a variabilidade da taxa de câmbio a partir do momento em que se adotou o regime de câmbio flutuante, em 1999 (HOLLAND, 2006).

Visando ampliar o entendimento acerca dos efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional brasileiro, o presente artigo tem como objetivo principal analisar os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação do Brasil no período compreendido entre 1999 a 2009.

Ressalta-se que o interesse em analisar os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação, ao invés de analisar sobre o volume do comércio, como fizeram os trabalhos precedentes a este, deriva da afirmação de Álvarez *et al.* (2009). Para este autor, compreender em que medida a volatilidade cambial afeta o comércio internacional é importante porque se a volatilidade cambial realmente diminuir o comércio internacional, os *policy makers* devem implementar políticas que visem reduzir essa volatilidade. Contudo, outra questão não menos importante é entender em que medida a volatilidade cambial afeta o comércio internacional do país, isto é, se a volatilidade afeta, além do volume do comércio, a diversificação da pauta de exportação. Pois, nesse caso, se a volatilidade cambial afetar a diversificação, pode tornar o país mais dependente de uma pauta de exportação mais concentrada, aumentando a vulnerabilidade do país aos choques exógenos ou, ainda, afetar negativamente a taxa de crescimento econômico, como apontam Al-Marhubi (2000), Hesse (2008) e Agosin (2009).

No tocante à estratégia empírica adotada no presente artigo, definiu-se como diversificação da pauta de exportação, o número de produtos exportados pelo Brasil para 53 parceiros comerciais no período compreendido entre 1999 a 2009. Posteriormente, essa variável foi utilizada como dependente em um modelo gravitacional de comércio, cujos parâmetros foram estimados pela técnica econométrica Poisson Pseudo Maximum Likelihood (PPML), em forma de painel de dados.

Os resultados obtidos indicam que, embora pequena, a volatilidade da taxa real de câmbio tem um efeito negativo sobre a diversificação da pauta de exportação do Brasil. Conforme o modelo PPML-*Pooled*, em média, uma elevação de 1% na volatilidade da taxa de câmbio causa uma redução de 0,186% na diversificação da pauta de exportação, sendo que nos modelos PPML-Efeitos Aleatórios e PPML-Efeitos Fixos o impacto é um pouco menor, onde, em média, uma elevação de 1% na volatilidade da taxa de câmbio causa uma redução de 0,045% na variável dependente.

Além dessa introdução, o presente trabalho possui outras cinco seções. Na seção 2, realiza-se uma breve revisão da literatura acerca da relação entre volatilidade da taxa de câmbio e comércio internacional, tanto do ponto de vista teórico quanto empírico. Na seção 3, apresenta-se a estratégia empírica adotada nesse artigo. Na seção 4, discutem-se os resultados obtidos. Na seção 5, analisa-se a robustez dos resultados. Na seção 6, reportam-se as considerações finais do estudo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Na presente seção, realiza-se uma breve revisão da literatura, tanto teórica (subseção 2.1) quanto empírica (subseção 2.2), acerca dos efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional.

2.1. MODELOS TEÓRICOS

Um dos primeiros modelos teóricos que procura analisar o efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional foi desenvolvido por Clark (1973). Nesse trabalho, Clark (*ibidem*) desenvolve um modelo que procura investigar a relação entre o comércio e a volatilidade da taxa de câmbio em um ambiente onde as firmas são avessas aos riscos. Para tanto, algumas restrições são impostas, como, por exemplo, a estrutura de mercado opera em concorrência perfeita, as firmas só produzem bens para a exportação, e possuem limitadas possibilidades para *hedging*, os contratos firmados estão em moedas estrangeira, e não existem insumos importados. A conclusão geral desse modelo pode ser sumarizada do seguinte modo: os aumentos na volatilidade da taxa de câmbio ocasionam aumentos na incerteza dos lucros de exportação, os quais são expressos em moeda doméstica. Como as firmas são avessas ao risco, elas tendem a reduzir a oferta de bens até o ponto em que a receita marginal excede o custo marginal, no montante que compensaria o risco adicional. Assim, nesse modelo, a volatilidade da taxa de câmbio tem um efeito negativo sobre o comércio internacional.

Em outro trabalho, Hooper e Kohlhagen (1978) apontam que uma elevação na volatilidade da taxa de câmbio tem um alto custo para as firmas que são avessas ao risco, por isso, tem um efeito negativo sobre o comércio internacional, resultado semelhante ao obtido em Clark (1973). O argumento de Hooper e Kohlhagen (1978) pode ser delineado da seguinte forma: o efeito negativo da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio ocorre porque a taxa de câmbio é acordada no momento em que o contrato é assinado, mas o pagamento é realizado apenas quando a entrega do produto efetivamente ocorre. Caso a mudança na taxa de câmbio se torne imprevisível, criará uma incerteza acerca da receita de exportação e, por conseguinte, isso reduzirá os benefícios do comércio internacional. Os autores apontam, ainda, que a proteção diante da volatilidade da taxa de câmbio muitas vezes não é perfeitamente realizada porque as opções de *hedge* ou não estão disponíveis para todas as firmas ou, quando são, possuem custos elevados. Assim, a volatilidade da taxa de câmbio terá um efeito negativo sobre o montante de risco que não foi protegido pelo mercado futuro.

Vale ressaltar que o efeito negativo da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional não é um consenso na literatura teórica. Por exemplo, De Grauwe (1988) advoga que a dominância do efeito-renda sobre o efeito-substituição pode ocasionar em uma relação positiva entre o comércio e a volatilidade da taxa de câmbio. O argumento desse autor pode ser sumarizado da seguinte forma: se os exportadores são suficientemente avessos ao risco, uma elevação na volatilidade da taxa de câmbio pode aumentar a utilidade marginal esperada da receita de exportação e, em consequência, as firmas podem ser induzidas a aumentarem as suas exportações. Dessa forma, De Grauwe (1988) aponta que o efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional dependerá do grau de aversão das firmas ao risco.

Baldwin e Krugman (1989) desenvolvem um modelo teórico que combina a volatilidade da taxa de câmbio com *hysteresis*. Nesse modelo, os autores assumem que uma firma estrangeira deve decidir se entra ou não no mercado doméstico, mas, para isso, ela deve pagar um custo de entrada (*sunk market-entry cost*). Caso a firma já esteja atuando no mercado doméstico, e queira se manter no mesmo, ela deve pagar um custo de permanência. O custo de entrada no mercado doméstico será sempre maior do que o custo de permanência, e a diferença entre eles é o *sunk-cost*. Assumindo que a firma é neutra em relação ao risco, a maximização do lucro dependerá do comportamento da taxa de câmbio. Nesse caso, existirão valores limiares para a taxa de câmbio que induzirão à entrada da firma no mercado, ou à saída da firma do mesmo. Dessa forma, esses valores limiares formam um intervalo, em que as variações na taxa de câmbio que permanecem dentro desse intervalo não promoverão qualquer alteração no comércio internacional. Por outro lado, grandes choques (depreciação ou valorização) na taxa de câmbio induzirão à entrada, ou à saída, da firma do mercado e, com isso, promoverão alterações no comércio internacional. Em suma, no modelo desenvolvido por Baldwin e Krugman (1989), devido à presença do *sunk-cost*, apenas grandes choques na taxa de câmbio é que promovem alterações no comércio internacional.

Já Dellas e Zilberfarb (1993) desenvolvem um modelo teórico que possui um agente econômico que exporta, importa e consome dois bens, em dois períodos de tempo, em uma pequena economia aberta. O mercado de ações é incompleto, e o agente toma as suas decisões de comércio com um conhecimento incompleto do risco de preço. Nesse ambiente, se analisam os efeitos da incerteza acerca da taxa de câmbio levando-se em conta a ausência de mercados futuros, como também com oportunidades de *hedging* completas e incompletas. Os autores apontam que os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio são ambíguos, tendo em vista que esses efeitos dependem do parâmetro de aversão ao risco. Nesse caso, quando existe a possibilidade de *hedging* completas, e sem custo, os agentes podem se proteger do risco cambial e, como consequência, as elevações na volatilidade da taxa de câmbio não reduzem o volume comercial. Resultado muito semelhante também é observado no modelo de Broll e Eckwert (1999).

Mais recentemente, Lin (2012) desenvolve um modelo teórico com firmas heterogêneas, que permite avaliar o efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre a margem extensiva (número de produtos exportados) e margem intensiva (volume monetário exportado por produto) do comércio internacional. O modelo parte de uma estrutura com dois países (que são simétricos), existem custos de comércio (*trade costs*) e as firmas domésticas possuem distintos níveis de produtividade, onde apenas as firmas mais produtivas conseguem superar os custos de comércio e comercializar os seus produtos no mercado do parceiro comercial. Ademais, a incerteza na taxa de câmbio é oriunda dos choques monetários, afetando as firmas de ambos os países. Como as firmas devem definir os preços dos seus produtos, e decidir se exportam os mesmos antes de conhecer o estado da economia mundial, a incerteza (variabilidade) na taxa de câmbio deve influenciar tanto a entrada da firma no mercado internacional quanto a quantidade que será eventualmente exportada. O modelo afirma que quando a incerteza na taxa de câmbio é baixa, os custos de comércio também serão mais baixos, o que possibilita que as firmas menos produtivas adentrem no mercado internacional; aumentando a margem extensiva e reduzindo a margem intensiva devido à maior concorrência. Por outro lado, quando a incerteza na taxa de câmbio é alta, os custos de comércio também serão mais elevados e, nesse caso, apenas as firmas mais produtivas conseguem penetrar os seus produtos no mercado internacional; reduzindo a margem extensiva e aumentando a margem intensiva, sendo que este último efeito ocorre devido à diminuição da concorrência no mercado internacional.

Em resumo, como fora apontado nos modelos teóricos supracitados, o efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional é indeterminado, tendo em vista que os modelos apontam que o mesmo pode ser tanto positivo quanto negativo, ou até mesmo inexistente, caso exista *sunk-cost* e a volatilidade da taxa de câmbio for pequena. Desse modo, a direção e a magnitude do impacto da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional devem ser analisadas sob o ponto de vista empírico.

2.2. ESTUDOS EMPÍRICOS

O número de trabalhos que analisam o efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional, na literatura internacional, é bastante vasto². Por conta disso, na presente subseção, a revisão da literatura será focada apenas nos trabalhos que analisam os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional brasileiro. Inserem-se nesse campo de pesquisa os trabalhos desenvolvidos por Gonzaga e Terra (1997), Esquivel e Larraín (2002), Aguirre *et al.* (2007) e Bittencourt *et al.* (2007).

Gonzaga e Terra (1997 *apud* AGUIRRE *et al.*, 2003) analisam o efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio brasileiro. Nesse trabalho, foram estimadas oito diferentes funções de exportação, cujas variáveis dependentes foram o volume de exportações ou a participação das exportações no PIB, e as variáveis explicativas utilizadas foram a taxa real de câmbio, a volatilidade da taxa real de câmbio, o PIB, e uma tendência linear. Os modelos foram estimados por MQO (Mínimos Quadrados Ordinários). Não obstante o coeficiente associado à medida da volatilidade da

² Para uma ampla revisão dessa literatura, ver McKenzie (1999) e Ozturk (2006).

taxa de câmbio apresentar sinal negativo na maioria das estimações, não apresentou significância estatística.

Esquivel e Larraín (2002) analisam o efeito da volatilidade da taxa de câmbio dos países do grupo dos três (G-3: Alemanha, Estados Unidos e Japão) sobre algumas variáveis macroeconômicas (Investimento Direto Externo, Comércio Internacional, Probabilidade de Ocorrência de Crises Financeiras) de um conjunto de países em desenvolvimento, incluindo o Brasil. Para avaliar o efeito da volatilidade da taxa de câmbio do G-3 sobre o comércio internacional, os autores estimaram uma função de exportação que possuía, como variável dependente, as exportações dos países, e como variáveis explicativas, o PIB mundial, a taxa real efetiva de câmbio, e duas medidas de volatilidade da taxa de câmbio, uma para a relação Marco/Dólar e a outra para a relação Yen/Dólar. Entre outros resultados, evidenciou-se que a volatilidade Yen/Dólar tem um efeito negativo, porém não significativo, sobre as exportações brasileiras. Já a volatilidade Marco/Dólar apresentou significância estatística apenas em uma estimação, e o sinal associado a essa variável foi positivo.

Já Aguirre *et al.* (2007) analisam o efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre as exportações brasileiras de manufaturados. Nesse estudo, os autores utilizaram como variáveis explicativas, além de uma medida da volatilidade da taxa real de câmbio, a taxa de câmbio real efetiva, o nível de importação mundial, e a taxa da capacidade utilizada da indústria nacional. O modelo foi estimado por ARDL (*Auto-Regressive Distributed Lag*) e o período de análise foi de 1986 a 2002. Os resultados obtidos nesse trabalho apontam que o coeficiente associado à volatilidade da taxa real de câmbio é negativo, e estatisticamente significativo, onde o aumento de 1% na volatilidade da taxa real de câmbio causa uma redução de 0,77% nas exportações brasileiras de manufaturados.

Bittencourt *et al.* (2007) analisam os efeitos da volatilidade da taxa real de câmbio sobre o comércio setorial no MERCOSUL. O período analisado foi de 1989 a 2002. Os autores estimaram equações gravitacionais de comércio, cujas variáveis dependentes eram o volume comercial bilateral de cinco setores (Agrícola, Pecuário, Químico, Manufaturados e Mineração) e o conjunto de variáveis explicativas foi: duas medidas de volatilidade da taxa real de câmbio bilateral, as tarifas aduaneiras, o PIB dos países, a distância geográfica, e uma medida para o efeito “*Third Country*”, que representa o efeito da volatilidade cambial de um terceiro parceiro comercial ao comércio bilateral considerado. Entre outros resultados, observou-se que dos seis setores analisados, cinco deles (Agrícola, Químico, Minerais e Manufaturados) foram afetados negativamente pela volatilidade da taxa de câmbio.

Nos trabalhos supracitados, observou-se que os estudos objetivaram analisar os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre o volume do comércio internacional brasileiro. Dessa forma, acredita-se que o presente trabalho preencherá uma lacuna existente nessa literatura, tendo em vista que o objetivo principal do mesmo é analisar os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira.

3. METODOLOGIA

3.1. EQUAÇÃO GRAVITACIONAL DE COMÉRCIO

Destaca-se que a equação gravitacional de comércio é uma analogia às forças gravitacionais, baseadas na Lei de Newton da atração universal dos corpos - os corpos se atraem com uma força que é diretamente proporcional às suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa. No âmbito do comércio internacional, a equação gravitacional vem sendo utilizada desde os anos sessenta, a partir do trabalho pioneiro de Tinbergen (1962).

Não obstante a sua simplicidade, e o seu alto poder explicativo dos fluxos de comércio, a equação gravitacional foi durante algum tempo criticada na literatura devido a sua natureza *ad hoc*, ou seja, a mesma carecia de um arcabouço teórico que a justificasse. No entanto, essa carência foi sendo superada ao longo do tempo, a medida que diversos autores mostraram que a equação

gravitacional pode ser derivada dos mais variados modelos de comércio internacional, como, por exemplo, modelo Hecksher-Ohlin (DEARDORFF, 1998), competição monopolística (HELPMAN, 1987), e oligopólio com *dumping* recíproco (FEENSTRA *et al.*, 2000)³.

Sucintamente, a formulação básica do modelo gravitacional de comércio estabelece que os fluxos comerciais entre os países i e j (T_{ij}) são diretamente proporcionais ao tamanho econômico dos países (Y_i e Y_j), e inversamente proporcionais à distância geográfica (D_{ij}) entre eles, ou seja:

$$T_{ij} = \frac{(Y_i Y_j)^\alpha}{D_{ij}^\beta} \quad [01]$$

Na forma logaritimizada, a equação gravitacional será:

$$\ln T_{ij} = \alpha \ln(Y_i Y_j) - \beta \ln D_{ij} \quad [02]$$

Ou, ainda:

$$T_{ij} = \exp(\alpha \ln(Y_i Y_j) - \beta \ln D_{ij}) \quad [03]$$

A partir do trabalho de Frenkel *et al.* (1995), com o objetivo de aperfeiçoar a capacidade de explicar as trocas comerciais e seu fluxo, a formulação básica da equação gravitacional foi ampliada por meio da inclusão de k de variáveis de controle (representadas por θ) onde estas identificam algumas características individuais das relações bilaterais de comércio, como, por exemplo, se os parceiros comerciais têm o mesmo idioma, possuem fronteiras comuns, acordos preferenciais, entre outras. Assim, tem-se:

$$T_{ij} = \exp(\alpha \ln(Y_i Y_j) - \beta \ln D_{ij} + \sum_{i=1}^k \delta_i \theta_i) \quad [04]$$

Ressalta-se que a equação gravitacional descrita na equação [04] será a estrutura básica do modelo empírico que será estimado no presente trabalho.

3.2. MODELO EMPÍRICO

Para avaliar os efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação do Brasil, seguindo outros trabalhos encontrados na literatura empírica (DELL'ARICCIA, 1998; ROSE, 2000; CHO *et al.*, 2002; CLARK *et al.*, 2004; TENREYRO, 2007; BITTENCOURT *et al.*, 2007; KAREMERA *et al.*, 2011; SHELDON *et al.*, 2013)⁴, utilizaremos uma versão modificada da equação gravitacional de comércio descrita na subseção anterior. Nesse caso, considera-se dentre as variáveis explicativas uma medida que denota a volatilidade da taxa de câmbio. Assim, a formulação empírica da equação gravitacional a ser estimada possui a seguinte especificação⁵:

$$DIV_{ijt} = \exp(\alpha_0 + \alpha_t + \alpha_{ij} + \beta_1 VOL_{ijt} + \beta_2 \ln(PIB_{it} * PIB_{jt}) + \beta_3 \ln DIST_{ij} + \beta_4 MERC_j + \beta_5 ADJ_{ij} + \beta_6 IDIOMA_{ij} + \beta_7 LOCK_j + u_{ijt}) \quad [05]$$

³ A fundamentação teórica da equação gravitacional pode ser também encontrada em: Anderson (1979), Anderson e van Wincoop (2003).

⁴ É importante ressaltar que apesar da equação gravitacional ser amplamente utilizada na estimação do volume de comércio, mais recentemente, a mesma vem também sendo empregada na análise dos determinantes da diversificação da pauta de exportação dos países, como nos trabalhos de Pacheco (2006), Dennis e Shepherd (2007), Shepherd (2008), Álvarez *et al.* (2008) e Lin (2012).

⁵ A explicação da razão da especificação da equação gravitacional na forma não-linear será feita em momento oportuno, na subseção 3.4., que trata dos procedimentos de estimação dos parâmetros.

Onde: α_0 é o intercepto comum para todos os anos e para todas as relações bilaterais de comércio; α_t é o intercepto que capta o efeito do tempo sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira⁶; α_{ij} denota o intercepto que capta a heterogeneidade não-observada; u_{ijt} é o termo de erro idiossincrático. Já a variável dependente e as variáveis explicativas que integram esse modelo serão definidas a seguir, nas subseções 3.2.1. e 3.2.2., respectivamente.

3.2.1. Variável dependente

DIV_{ijt} denota a diversificação da pauta de exportação do Brasil (país i) no país j no período t . Seguindo outros trabalhos encontrados na literatura empírica, como, por exemplo, Pacheco (2006), Dennis e Shepherd (2007), Shepherd (2008) e Dogruel e Tekce (2011), a diversificação⁷ da pauta de exportação do Brasil será definida como o número total de produtos exportados pelo Brasil (país i) para o país j no tempo t . Formalmente, o cômputo dessa variável será realizado da seguinte forma:

$$D_{ijt}^k = \begin{cases} 1 & \text{se } X_{ijt}^k > 0 \\ 0 & \text{se } X_{ijt}^k = 0 \end{cases} \quad [06]$$

Isto é, primeiramente, cria-se uma variável dicotômica que terá valor igual a 1, quando a variável X_{ijt}^k (que denota a exportação do produto k , do Brasil (país i) para o país j , no tempo t) for maior do que zero, e 0 em caso contrário. Posteriormente, as variáveis dicotômicas criadas para os k produtos serão somadas do seguinte modo:

$$DIV_{ijt} = \sum_{k=1}^n D_{ijt}^k \quad k = (1, 2, \dots, n) \quad [07]$$

Vale destacar que as *proxies* utilizadas para os produtos serão as categorias definidas a seis dígitos do Sistema Harmonizado⁸; nesse nível de desagregação, o número total de produtos que o Brasil pode exportar para um determinado parceiro comercial⁹ será igual a 5.038.

3.2.2. Variáveis explicativas

VOL_{ijt} denota a volatilidade da taxa real de câmbio bilateral entre o Brasil (país i) e o país j no tempo t . Conforme os modelos teóricos apresentados na seção anterior, não é possível definir *a priori* se o coeficiente associado a referida variável será positivo ou negativo, pois, como fora dito, tanto a direção quanto a magnitude do efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira devem ser analisadas sob o ponto de vista empírico.

Seguindo outros estudos empíricos encontrados na literatura (DELL'ARICCIA, 1998; ROSE, 2000; CLARK *et al.*, 2004; TENREYRO, 2007; ÁLVAREZ *et al.*, 2009; entre outros¹⁰), a volatilidade da taxa real de câmbio bilateral para o tempo t será mensurada por meio do desvio-

⁶ No presente trabalho, o efeito do tempo será captado por meio de variáveis dicotômicas. Nesse caso, serão inseridas no modelo empírico um total de $(t-1)$ variáveis dicotômicas, onde t denota o número de anos.

⁷ Para outras definições da diversificação da pauta de exportação, ver Ali *et al.* (1991).

⁸ Os dados utilizados para o cômputo da diversificação da pauta de exportação brasileira são oriundos da base BACI. Essa base é publicada pelo *Centre D'Estudes Prospectives et d'Informations Internationales* (CEPII) e está disponível para o *download* no sítio: <http://www.cepii.fr/anglaisgraph/bdd/baci.htm>. Para maiores detalhes dessa base de dados, ver Gaulier e Zignago (2010).

⁹ Os parceiros comerciais considerados no estudo estão descritos no Anexo I.

¹⁰ Bahmani-Oskooee e Hegerty (2007) destacam que essa medida de volatilidade é a mais usual na literatura. Em uma extensa revisão da literatura, os autores contaram um total de 32 trabalhos empíricos que utilizaram a medida de volatilidade empregada no presente artigo.

padrão (*desv. pad.*) da primeira diferença do logaritmo natural da taxa real de câmbio bilateral mensal¹¹ entre o Brasil (país *i*) e o país *j*, no período *t-1*, ou seja:

$$VOL_{ijt} = S_{ijt} = desv. pad. [\ln(e_{ij(t-1),m}) - \ln(e_{ij(t-1),m-1})]; \quad m = 1,2, \dots, 12. \quad [08]$$

Para aplicar essa medida de volatilidade utilizar-se-á a taxa real de câmbio mensal do Brasil e dos países considerados no estudo, no período compreendido entre 1995 a 2009¹².

Ressalta-se que apesar da utilização da taxa real de câmbio para a mensuração da volatilidade, também poderíamos utilizar a taxa nominal. Sobre esse ponto, Clark *et al.* (2004) destacam que, no curto-prazo, como os custos de produção são conhecidos e os preços de exportação e importação estão determinados, a taxa de câmbio exposta à firma será uma função da taxa de câmbio nominal. Por outro lado, no longo-prazo, quando os custos de produção, bem como os preços de exportação e importação são flexíveis, a utilização da taxa de câmbio real é mais apropriada. Contudo, os autores ressaltam que, como as taxas nominal e real possuem uma alta correlação, a utilização da taxa de câmbio nominal ou da taxa de câmbio real não modifica a mensuração da volatilidade e, por conseguinte, os resultados obtidos nas estimações econométricas¹³.

Conforme Mundell (1961), um ponto importante a considerar é que pode ocorrer uma direção oposta de causalidade entre a volatilidade da taxa real de câmbio e o comércio internacional, pois os fluxos de comércio tendem a estabilizar as flutuações da taxa real de câmbio, reduzindo, com isso, a sua volatilidade. Caso isso realmente ocorra, no modelo empírico descrito em [05], a volatilidade da taxa de câmbio passa a ter uma natureza endógena, e os parâmetros obtidos na estimação serão inconsistentes (WOOLDRIDGE, 2002). Para contornar o problema da endogeneidade, Rose (2000) estima os parâmetros do seu modelo por meio de variáveis instrumentais, porém o autor notou que a correção da endogeneidade não altera os resultados das estimações, pois problema da endogeneidade é mitigado quando se mensura a volatilidade da taxa de câmbio com defasagens¹⁴. Assim, seguindo Rose (2000), Mukherjee e Pozo (2011) contornam o problema da endogeneidade mensurando a volatilidade da taxa real de câmbio com uma defasagem de um período, assim como adotou-se no presente trabalho.

O gráfico ilustrado na Figura 1 reporta a média aritmética da volatilidade da taxa real de câmbio entre o Brasil e os parceiros comerciais no período compreendido entre 1999 a 2009. Destaca-se que o ano inicial do período (1999) caracteriza-se pela mudança do regime cambial adotado no Brasil, em que o mesmo passou de um regime de câmbio administrado para um regime de câmbio flutuante¹⁵. No período analisado observa-se que a volatilidade da taxa real de câmbio apresentou três momentos de grande variabilidade: 2000, 2003 e 2009. Conforme Cerqueira (2011), uma possível explicação para o pico verificado em 2000 foi a instabilidade dos preços domésticos durante esse ano, a qual foi derivada de problemas de safra e de choques de preços administrados. Em 2003, a elevação da volatilidade da taxa real de câmbio está relacionada com as instabilidades políticas do Brasil, resultado das eleições presidenciais (CERQUEIRA, 2011). Por fim, concernente

¹¹ A taxa real de câmbio mensal bilateral será calculada da seguinte forma: $e_{ijt} = e_{i(t-1),m} / e_{j(t-1),m}$; $m = 1,2, \dots, 12$. Onde $e_{i(t-1),m}$ e $e_{j(t-1),m}$ são, respectivamente, as taxas reais de câmbio mensais do país *i* (Brasil) e do país *j*, no ano *t-1* e no mês *m*. Ambas as taxas reais de câmbio estão convertidas em dólares americanos.

¹² Os dados concernentes às taxas reais de câmbio foram obtidos junto à base de dados reportada pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture - USDA*).

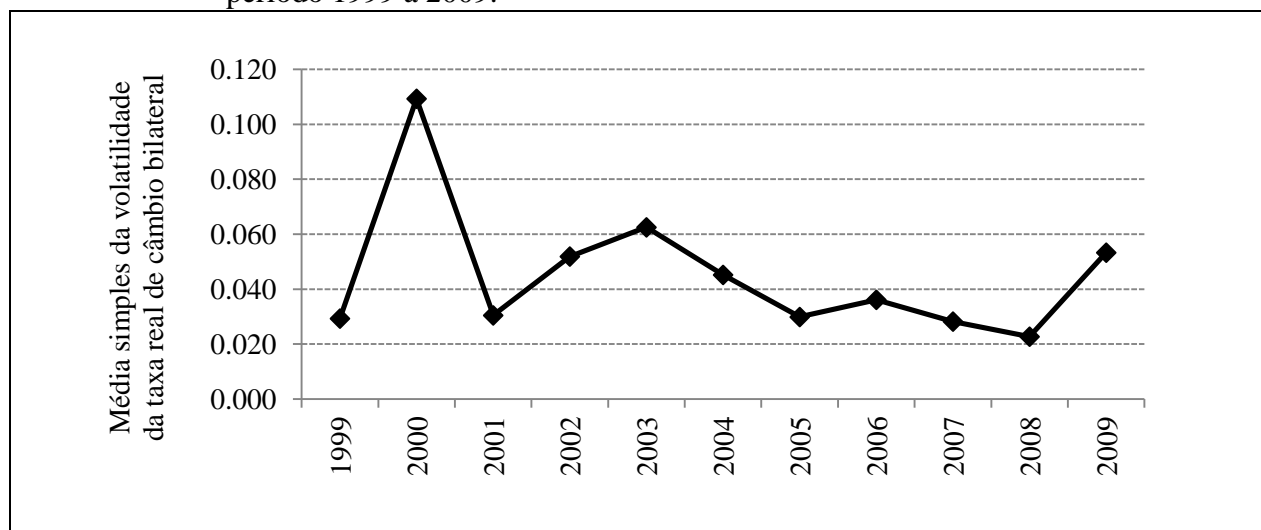
¹³ Gotur (1985) também destaca que o uso da taxa de câmbio real se justifica pelo fato de que os efeitos da incerteza nas receitas e custos das empresas exportadoras, que aparecem como consequência das flutuações na taxa de câmbio nominal, são anulados em grande parte por movimentos em custos e preços.

¹⁴ Dell'Araccia (1998) e Bittencourt *et al.* (2007) também não encontram evidências de que as variáveis instrumentais melhoram as estimações dos parâmetros.

¹⁵ Para uma discussão sobre essa mudança regime cambial brasileiro, ver Oliveira e Plaga (2011).

ao ano de 2009, acredita-se que o choque na taxa de câmbio tenha relação com a crise financeira norte-americana (OLIVEIRA; PLAGA, 2011).

FIGURA 1 – Média aritmética da volatilidade da taxa real de câmbio bilateral brasileira – período 1999 a 2009.



Fonte: Cálculo dos autores com os dados do USDA (*United States Department of Agriculture*)

No tocante às demais variáveis explicativas que integram o modelo empírico descrito em [05], definem-se:

$\ln(\text{PIB}_{it} * \text{PIB}_{jt})$ denota o logaritmo natural do produto dos PIB's¹⁶ do Brasil (país i) e do país j , no tempo t . Conforme Azevedo *et al.* (2006) esta variável representa uma *proxy* para a renda, logo, torna-se razoável assumir que quanto maior o nível de renda dos países, maior será a quantidade demandada por produtos e, ademais, está implícita a ideia de que quanto maior a renda de uma nação, maior será a diversidade de mercadorias a serem ofertadas. Desse modo, espera-se que essa variável tenha um efeito positivo sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira.

$\ln \text{DIST}_{ij}$ é o logaritmo natural da distância geográfica¹⁷ entre o Brasil (país i) e o país j . Essa variável é uma *proxy* dos custos de transporte (NILSSON, 1999). Assim, acredita-se que o coeficiente associado a essa variável tenha um sinal negativo.

MERC_{ij} é uma variável dicotômica, que assume valor igual a 1, quando o país j pertencer ao Mercosul e 0 em caso contrário. Presume-se que a formação do Mercosul tenha mitigado os custos fixos de entrada nos mercados dos parceiros comerciais pertencentes ao bloco, aumentando o comércio entre os países. Dessa forma, imagina-se que a variável MERC tenha um efeito positivo sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira.

ADJ_{ij} é uma variável dicotômica, que assume valor igual a 1 quando o Brasil e o país j são adjacentes e 0 em caso contrário. Presume-se que o compartilhamento de fronteiras diminua os custos de transporte e, conseqüentemente, aumente os fluxos de comércio entre os países. Assim, conjectura-se que o coeficiente associado a variável ADJ tenha um sinal positivo.

IDIOMA_{ij} é uma variável dicotômica, que assume valor igual a 1 quando o Brasil (país i) e o país j possuem o mesmo idioma e 0 em caso contrário. Conforme Andersson (2007) o compartilhamento de um mesmo idioma pode mitigar os custos de comunicação entre os países, podendo aumentar o comércio entre eles. Diante disto, acredita-se que o coeficiente associado à variável IDIOMA tenha um sinal positivo.

¹⁶Os PIB's dos países foram obtidos junto à base de dados do Fundo Monetário Internacional (FMI).

¹⁷A distância geográfica está medida em KM e fora obtida junto à base de dados do *D'Estudes Prospectives et d'Informations Internationales* (CEPII).

$LOCK_j$ é uma variável dicotômica, que assume valor igual a 1, quando o país j não possui acesso ao mar (*landlocked*) e 0 em caso contrário. Acredita-se que a exportação para os países que não possuem acesso ao mar é mais onerosa do que para o país que possui acesso ao mar, devido à elevação do custo de transporte (ANDERSSON, 2007). Assim, presume-se que o coeficiente associado à variável $LOCK$ tenha um sinal negativo.

A base de dados utilizada no presente trabalho compreende a diversificação da pauta de exportação do Brasil em 53 parceiros comerciais, no período compreendido entre 1999 a 2009. Assim, como a base de dados possui 53 relações bilaterais de comércio observadas durante o período de 1999 a 2009 (11 anos), construiu-se um painel de dados com 583 ($583 = 53 \times 11$) observações.

3.3. PROCEDIMENTO DE ESTIMAÇÃO

A equação gravitacional especificada em [05] foi estimada pela técnica econométrica *Poisson Pseudo Maximum Likelihood* (doravante PPML), desenvolvido por Santos Silva e Tenreyro (2005), pois a mesma é mais apropriada quando a variável dependente possui valores discretos, como no presente trabalho (WOOLDRIDGE, 2002). Desse modo, com a utilização dessa técnica econométrica, a equação gravitacional deve ser estimada na forma não-linear, assim como na equação [05], com a variável dependente em nível¹⁸.

O pressuposto principal adotado pelo modelo PPML é o de que a distribuição dos dados é equidispersa, e isso ocorre quando a média e a variância da distribuição são iguais. Todavia, é comum observar nos estudos empíricos uma situação de sobredispersão, quando a variância da distribuição é maior do que a média. Conforme Santos Silva e Tenreyro (2005), mesmo na presença de sobredispersão, o modelo PPML fornece estimativas consistentes dos parâmetros, mas o erro-padrão obtido pode não ser confiável; nessa situação, os autores sugerem que o modelo seja estimado com erro-padrão robusto. No presente trabalho, a sobredispersão foi comprovada por meio da realização do teste proposto por Cameron e Trivedi (2009, p. 561), portanto, o erro-padrão será robusto, estimado por *bootstrap*, com 500 replicações.

Outro ponto importante a ressaltar é que a equação gravitacional possui, entre as suas variáveis explicativas, a heterogeneidade não observada (α_{ij}). Ressalta-se que a heterogeneidade não observada é constante no tempo, e é geralmente interpretada como uma variável que captura as características individuais da relação bilateral de comércio. Cheng e Wall (2005) destacam que a heterogeneidade não observada pode associar-se aos fatores culturais, políticos, étnicos ou geográficos e, por conta disso, um país pode exportar um número maior de produtos para um parceiro comercial do que para outro, mesmo que esses dois parceiros comerciais tenham o mesmo PIB e sejam equidistantes do país exportador. Considerando o ponto de vista econométrico, a heterogeneidade não observada pode ser controlada utilizando-se as técnicas econométricas de dados em painel (WOOLDRIDGE, 2002). Desse modo, no presente trabalho, a equação gravitacional descrita em [05] será estimada por meio dos modelos PPML-*Pooled*, PPML-Efeitos Aleatórios e PPML-Efeitos Fixos¹⁹.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados estão reportados na Tabela 2. Primeiramente, vale ressaltar, que todos os coeficientes estimados apresentaram os sinais esperados, mas os parâmetros associados às variáveis $LOCK_j$, ADJ_{ij} e $MERC_j$ não foram estatisticamente significativos nos modelos PPML-*Pooled* e PPML-Efeitos Aleatórios. A estatística de Wald mostrou-se significativa para todos os modelos

¹⁸ A estimação do modelo empírico com a variável dependente em nível possibilita a inclusão dos fluxos comerciais nulos (iguais a zero) nas estimações, fato que não é possível quando a variável dependente é logaritimizada. Westerlund e Wilhelmsson (2011) apontam que a exclusão dos fluxos comerciais nulos, com a logaritimização da variável dependente, pode causar um viés de seleção na amostra, culminando em uma inconsistência nos parâmetros estimados.

¹⁹ As estimações foram realizadas pelo *software* estatístico Stata 11.

estimados, sendo assim, se aceita a hipótese de que o conjunto das variáveis explicativas tem influência sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira. Ademais, as variáveis que são invariantes no tempo ($Ln\ DIST_{ij}$, $MERC_{ij}$, ADJ_{ij} , $IDIOMA_{ij}$ e $LOCK_j$) só podem ser analisadas nas estimações PPML-*Pooled* e PPML-Efeitos Aleatórios, pois devido ao controle da heterogeneidade não observada, as mesmas são excluídas na estimação do modelo PPML-Efeitos Fixos. Por fim, as estimativas obtidas pelos modelos PPML-Efeitos Aleatórios e PPML-Efeitos Fixos, para as variáveis $Ln (PIB_{it}*PIB_{jt})$ e VOL_{ijt} , são muito próximas, tanto em relação à magnitude dos parâmetros quanto no tocante aos níveis de significância.

TABELA 2 – Efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira.

Variável	Modelo estimado		
	PPML - <i>Pooled</i>	PPML - Efeitos Aleatórios	PPML - Efeitos Fixos
$VOL_{ijt} = S_{ijt}$	-4,123 (0,000)	-1,006 (0,018)	-1,012 (0,013)
$Ln (PIB_{it}*PIB_{jt})$	1,722 (0,000)	1,061 (0,026)	0,997 (0,062)
$Ln\ DIST_{ij}$	-0,998 (0,000)	-0,620 (0,015)	-
$MERC_{ij}$	0,069 (0,348)	0,288 (0,285)	-
ADJ_{ij}	0,003 (0,915)	0,308 (0,178)	-
$IDIOMA_{ij}$	0,279 (0,000)	0,331 (0,001)	-
$LOCK_j$	-0,014 (0,800)	-0,232 (0,215)	-
<i>Observações</i>	583	583	583
<i>Wald</i>	1708,54 (0,000)	562,68 (0,000)	181,28 (0,000)
<i>Pseudo R2</i>	0,7075	-	-

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Entre parênteses está o p-valor, estimado por bootstrap (com 500 replicações).

No tocante à variável $Ln (PIB_{it}*PIB_{jt})$, nota-se que o parâmetro associado a mesma possui sinal positivo e é estatisticamente significativo em todos os modelos estimados. Portanto, os resultados obtidos no presente trabalho mostram que a diversificação da pauta de exportação brasileira depende do nível da atividade econômica dos países, assim como verificado em Hummels e Klenow (2005). Nesse caso, acredita-se que o aumento da atividade econômica dos países tem um efeito positivo sobre a lucratividade das exportações, o que incentiva a entrada de novas firmas no mercado internacional.

No caso da variável $Ln\ DIST_{ij}$, observa-se que o sinal do coeficiente associado a esta variável é negativo e estatisticamente significativo. Os resultados verificados no presente estudo estão em consonância com as evidências reportadas em Lin (2012). Nilsson (1999) destaca que o efeito negativo da distância geográfica sobre o comércio ocorre por que a mesma constitui uma *proxy* para o custo de transporte, logo, a exportação para os países geograficamente mais longínquos é mais onerosa às firmas domésticas, o que diminui o número de produtos exportados e, conseqüentemente, a diversificação da pauta de exportação brasileira.

Concernente à variável $MERC_{ij}$, evidencia-se que, não obstante o coeficiente associado a esta variável apresentar sinal positivo, não é estatisticamente significativo. Vale aqui frisar que é possível encontrar na literatura alguns trabalhos que observam uma relação positiva entre a

formação de um bloco regional de comércio (como o Mercosul) e o incremento do volume comercial entre os países envolvidos nesse acordo, como, por exemplo, em Piani e Kume (2000). No entanto, essa relação não parece existir para a diversificação da pauta de exportação. Destaca-se que os achados do presente trabalho coadunam com as evidências obtidas em Pacheco e Pierola (2008), Álvarez *et al.* (2009) e Bergin e Lin (2009), pois esses trabalhos também não encontram evidências de que os acordos regionais de comércio possuem efeitos significativos sobre a diversificação da pauta de exportação dos países envolvidos.

Em relação às variáveis ADJ_{ij} e $LOCK_j$ apesar de apresentarem os sinais esperados, não são estatisticamente significativas, sendo assim, o fato do parceiro comercial compartilhar fronteiras com o Brasil, ou do parceiro comercial não possuir acesso ao mar, não influenciam na diversificação da pauta de exportação brasileira.

No que tange a variável $IDIOMA_{ij}$, observa-se que o coeficiente associado a esta variável apresentou sinal positivo e é estatisticamente significativo; resultado semelhante também fora observado em Lin (2012). Conforme Andersson (2007), este efeito positivo ocorre porque o compartilhamento de um mesmo idioma tende a mitigar os custos de comunicação entre os parceiros comerciais, favorecendo, assim, a penetração de produtos no mercado do parceiro comercial, majorando a diversificação da pauta de exportação do país.

Direcionando a análise para a variável que representa o foco principal do presente estudo, verifica-se que independentemente do modelo estimado, o coeficiente associado à volatilidade da taxa real de câmbio (VOL_{ijt}) apresenta sinal negativo e é estatisticamente significativo. Em outras palavras, isso indica que a volatilidade da taxa real de câmbio reduz a diversificação da pauta de exportação brasileira. No que tange à magnitude dessa redução, devido à forma com que o modelo empírico fora especificado, a mesma deve ser mensurada da seguinte forma:

$$\frac{\partial E(\text{MEXT}_{ijt}|x_{ijt})}{\partial \text{VOL}_{ijt}} \times \frac{\text{VOL}_{ijt}}{\text{MEXT}_{ijt}} = \hat{\beta}_1 \times \text{VOL}_{ijt} \quad [09]$$

Onde $\hat{\beta}_1$ se refere ao coeficiente associado à medida da volatilidade da taxa real de câmbio, e VOL_{ijt} corresponde ao valor médio da distribuição dessa variável. Como se pode observar na Tabela 2, os coeficientes associados à medida da volatilidade da taxa real de câmbio nos modelos PPML-*Pooled*, PPML-Efeitos Aleatórios e PPML-Efeitos Fixos são, respectivamente, iguais a: -4,123, -1,006 e -1,012; e o valor médio da variável VOL_{ijt} é de 0,045. Assim, a multiplicação desses valores fornecem elasticidades iguais a: -0,186%, -0,045% e -0,045%. Conforme o modelo PPML-*Pooled*, *ceteris paribus*, em média, uma elevação de 1% na volatilidade da taxa real de câmbio causa uma redução de 0,185% na diversificação da pauta de exportação brasileira. Nos modelos PPML-Efeitos Aleatórios e PPML-Efeitos Fixos, o efeito é um pouco menor, onde, *ceteris paribus*, em média, uma elevação de 1% na volatilidade da taxa real de câmbio causa uma redução de 0,045%. Ou seja, embora pequeno, observa-se que a volatilidade da taxa real de câmbio reduz a diversificação da pauta de exportação do Brasil.

Os resultados obtidos no presente trabalho podem ser interpretados à luz do modelo teórico de Lin (2012). Nesse modelo, como descrito na seção 2, existe uma relação positiva entre a volatilidade da taxa de câmbio e os custos de comércio. Como as firmas exportadoras possuem distintos níveis de produtividade, uma elevação na volatilidade da taxa de câmbio tende a elevar os custos de comércio, forçando as firmas menos produtivas (competitivas) a se retirarem do mercado internacional, e a comercializarem os seus produtos apenas no mercado doméstico. Dessa forma, seguindo a intuição do modelo de Lin (2012), a elevação dos custos de comércio, derivada da elevação da volatilidade da taxa real de câmbio, tende a realizar uma espécie de seleção no comércio brasileiro, onde apenas as firmas mais produtivas tendem a continuar no mercado internacional.

Ressalta-se que essa interpretação é sustentada pelos achados de Hidalgo e Mata (2009). Esses autores, utilizando dados ao nível das firmas, objetivaram analisar se existem diferenças na

produtividade total dos fatores (e do trabalho) entre as firmas brasileiras exportadoras e não exportadoras. Nesse estudo, utilizaram-se os microdados da PIA, da SECEX e da RAIS, disponíveis para o período 1997-2003, referentes as firmas pertencentes à indústria de transformação do Brasil (classificação CNAE com dígitos 15 a 36). No aspecto metodológico, utilizou-se o teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov²⁰. Os principais resultados desse estudo foram: i) existem diferenças na produtividade total dos fatores entre as firmas brasileiras exportadoras e não exportadoras, sendo que essas diferenças são mais acentuadas entre as firmas de pequeno porte (que têm entre 30 e 99 empregados); ii) existe um processo de seleção na entrada, ou seja, as firmas que adentram no mercado internacional possuem maiores níveis de produtividade total dos fatores do que as firmas não entrantes; iii) existe também um processo de seleção na saída do mercado internacional, isto é, as firmas que deixam de exportar possuem níveis de produtividade total dos fatores inferiores do que as firmas remanescentes. Assim, a conclusão geral do estudo é a de que as diferenças nos níveis de produtividade são procedentes de um processo de seleção no comércio internacional brasileiro²¹.

É válido aqui frisar que os resultados reportados no presente artigo também coadunam com os achados de Álvarez *et al.* (2009) e Lin (2012)²². Álvarez *et al.* (2009), mediante a utilização de um amplo banco de dados, com 92 países e para o período de 1972-2001, verificaram que a volatilidade da taxa real de câmbio afeta negativamente a diversificação da pauta de exportação. Conforme os resultados obtidos a partir do modelo *benchmark*, observou-se que a elevação de 1% na volatilidade da taxa real de câmbio causa, em média, uma redução de 0,0476% na diversificação da pauta de exportação dos países. Posteriormente, com a amostra dividida em países desenvolvidos (pertencentes à OCDE) e em desenvolvimento, Álvarez *et al.* (2009) observaram que a volatilidade da taxa real de câmbio tem um efeito negativo, e estatisticamente significativo, apenas sobre os países em desenvolvimento, onde uma elevação de 1% na volatilidade da taxa real de câmbio causa, em média, uma redução de 0,0479% na diversificação da pauta de exportação destes países.

Lin (2012), de posse de uma base de dados com fluxos bilaterais de comércio entre 148 países durante o período compreendido entre 1973 a 2004, verificou que a volatilidade da taxa nominal de câmbio tem um efeito negativo, e estatisticamente significativo, sobre a diversificação da pauta de exportação dos países. Conforme as estimações obtidas a partir de um modelo gravitacional de comércio, observou-se que a elevação de 1% na volatilidade da taxa nominal de câmbio causa, em média, uma redução de 0,0053% na diversificação da pauta de exportação dos países.

Conforme Álvarez *et al.* (2009), o efeito negativo da volatilidade cambial sobre a diversificação da pauta de exportação, sobretudo para países em desenvolvimento, como o Brasil, pode ser visto com preocupação, pois isso torna o país mais dependente de uma pauta de exportação mais concentrada, o que pode aumentar a sua vulnerabilidade aos choques exógenos ou, ainda, afetar negativamente a sua taxa de crescimento econômico, como apontam os recentes estudos de de Al-Marhubi (2000), Hesse (2008) e Agosin (2009).

²⁰ Conforme Hidalgo e Mata (2009) o teste de Kolmogorov-Smirnov é um teste de hipóteses não paramétrico que serve para identificar se duas distribuições de probabilidade são idênticas ou não.

²¹ Ressalta-se que os achados de Hidalgo e Mata (2009) corroboram as evidências de Gomes e Ellery (2007). Gomes e Ellery (2007), a partir do cruzamento de dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) referentes ao ano de 1999, ao nível de firma, observaram que as firmas exportadoras são maiores e mais produtivas, no tocante a produtividade do trabalho, do que as firmas não exportadoras. Ademais, os autores estimaram que a produtividade média das firmas exportadoras é em torno de 60% maior do que a produtividade média das firmas que não exportam.

²² Convém aqui destacar que nos estudos de Álvarez *et al.* (2009) e Lin (2012) mensurou-se a diversificação da pauta de exportação de forma distinta da realizada no presente artigo. Enquanto neste último utilizou-se o número de produtos exportados como *proxy* da diversificação da pauta de exportação, nos estudos anteriormente citados utilizou-se a metodologia desenvolvida por Hummels e Klenow (2005). Desse modo, Álvarez *et al.* (2009) e Lin (2012) definem a diversificação da pauta de exportação como a margem extensiva do comércio internacional.

5. ANÁLISE DA ROBUSTEZ

Na seção anterior, identificou-se que a volatilidade da taxa real de câmbio tem um efeito negativo sobre a diversificação da pauta de exportação do Brasil, mas quão robustos são esses resultados? Ou seja, os mesmos se mantêm mesmo quando se empregam outras medidas da volatilidade da taxa real de câmbio nas estimações econométricas? Ressalta-se que esse tipo de questionamento é muito importante, pois, conforme Clark *et al.* (2004), na literatura empírica existem inúmeras medidas da volatilidade da taxa real de câmbio, mas não existe um consenso sobre qual é a medida mais apropriada a ser utilizada.

Por conta disso, busca-se testar a robustez dos resultados analisados na seção anterior por meio da reestimação do modelo empírico descrito em [05] com duas novas medidas da volatilidade da taxa real de câmbio, as quais serão assim definidas: a primeira delas, seguindo Larraín e Vergara (1993), Esquivel e Larraín (2002) e Araújo (2011), corresponde ao coeficiente de variação da taxa real de câmbio bilateral mensal entre os países i (Brasil) e j , no ano $t-1$:

$$VOL_{ijt} = W_{ijt} = \sqrt{(e_{ij(t-1),m} - \bar{e}_{ij(t-1),m})^2} / \bar{e}_{ij(t-1),m}, \quad (m = 1, 2, \dots, 12.) \quad [10]$$

A segunda medida, inspirada em Bailey *et al.* (1987) e em Hondroyannis *et al.* (2005), será a diferença relativa entre o valor máximo e o valor mínimo da taxa real de câmbio bilateral mensal entre os países i (Brasil) e j , no ano $t-1$:

$$VOL_{ijt} = Z_{ijt} = (e_{ij(t-1),m}^{\text{Max}} - e_{ij(t-1),m}^{\text{Min}}) / e_{ij(t-1),m}^{\text{Min}}, \quad (m = 1, 2, \dots, 12.) \quad [11]$$

Os resultados das novas estimações estão reportados nas Tabelas 3 e 4. De posse, mais uma vez, da equação descrita em [09], é possível determinar a magnitude do efeito da volatilidade da taxa real de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira. Multiplicando os coeficientes associados à medida W_{ijt} (Tabela 3) pelo valor médio da distribuição dessa variável (0,072), encontram-se as seguintes elasticidades: -0,105%, -0,032% e -0,032%, para os modelos PPML-*Pooled*, PPML-Efeitos Aleatórios e PPML-Efeitos Fixos, respectivamente. Isto é, na condição *ceteris paribus*, para o modelo de PPML-*Pooled* uma elevação de 1% da volatilidade da taxa real de câmbio causa, em média, uma redução de 0,105% na diversificação da pauta de exportação brasileira, já para os modelos PPML-Efeitos Aleatórios e PPML-Efeitos Fixos a redução é de 0,032%.

Realizando o mesmo procedimento para a medida Z_{ijt} , cujos coeficientes estão reportados na Tabela 4 e o valor médio dessa variável é de 0,255, estimam-se as seguintes elasticidades: -0,099%, -0,026% e -0,026%, para os modelos PPML-*Pooled*, PPML-Efeitos Aleatórios e PPML-Efeitos Fixos, respectivamente. Ou seja, na condição *ceteris paribus*, para o modelo de PPML-*Pooled* uma elevação de 1% da volatilidade da taxa real de câmbio causa, em média, uma redução de 0,099% na diversificação da pauta de exportação brasileira, já para os modelos PPML-Efeitos Aleatórios e PPML-Efeitos Fixos a redução é de 0,026%.

Em suma, os resultados aqui obtidos corroboram os resultados analisados na seção anterior, reforçando a tese de que o efeito da volatilidade da taxa real de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira, embora pequeno, é negativo e estatisticamente significativo.

TABELA 3 – Efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira - volatilidade: $VOL_{ijt} = W_{ijt}$.

Variável	Modelo estimado		
	PPML -Pooled	PPML - Efeitos Aleatórios	PPML - Efeitos Fixos
$VOL_{ijt} = W_{ijt}$	-1,461 (0,013)	-0,454 (0,084)	-0,448 (0,079)
$\ln(\text{PIB}_{it} * \text{PIB}_{jt})$	1,731 (0,000)	1,226 (0,015)	1,176 (0,045)
$\ln \text{DIST}_{ij}$	-1,003 (0,000)	-0,687 (0,006)	-
MERC_{ij}	0,063 (0,379)	0,294 (0,230)	-
ADJ_{ij}	-0,007 (0,833)	0,255 (0,263)	-
IDIOMA_{ij}	0,278 (0,000)	0,326 (0,000)	-
LOCK_j	-0,018 (0,742)	-0,220 (0,209)	-
<i>Observações</i>	583	583	583
<i>Wald</i>	2017,57 (0,000)	755,05 (0,000)	248,94 (0,000)
<i>Pseudo R2</i>	0,703	-	-

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Entre parênteses está o p-valor, estimado por *bootstrap* (com 500 replicações).

TABELA 4 – Efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira – volatilidade: $VOL_{ijt} = Z_{ijt}$.

Variável	Modelo estimado		
	PPML -Pooled	PPML - Efeitos Aleatórios	PPML - Efeitos Fixos
$VOL_{ijt} = Z_{ijt}$	-0,387 (0,009)	-0,101 (0,070)	-0,100 (0,079)
$\ln(\text{PIB}_{it} * \text{PIB}_{jt})$	1,731 (0,000)	1,184 (0,011)	1,131 (0,037)
$\ln \text{DIST}_{ij}$	-1,003 (0,000)	-0,670 (0,002)	-
MERC_{ij}	0,067 (0,333)	0,292 (0,201)	-
ADJ_{ij}	-0,006 (0,854)	0,269 (0,186)	-
IDIOMA_{ij}	-0,006 (0,854)	0,327 (0,001)	-
LOCK_j	-0,019 (0,728)	-0,224 (0,209)	-
<i>Observações</i>	583	583	583
<i>Wald</i>	1948,92 (0,000)	805,34 (0,000)	244,24 (0,000)
<i>Pseudo R2</i>	0,703	-	-

Fonte: Resultados da pesquisa.

Nota: Entre parênteses está o p-valor, estimado por *bootstrap* (com 500 replicações).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste artigo foi analisar o efeito da volatilidade da taxa real de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira no período compreendido entre 1999 a 2009. Para tanto, definiu-se como diversificação da pauta de exportação do Brasil, o número de produtos exportados pelo Brasil para cada um dos 53 parceiros comerciais considerados no estudo. Em seguida, essa variável foi utilizada como dependente em um modelo gravitacional de comércio, cujos parâmetros foram estimados pela técnica econométrica Poisson Pseudo Maximum Likelihood (PPML), na forma *Pooled*, com Efeitos Aleatórios e com Efeitos Fixos.

Os resultados obtidos indicaram que a volatilidade da taxa real de câmbio possui um efeito negativo, e estatisticamente significativo, sobre a diversificação da pauta de exportação brasileira. Conforme o modelo PPML-*Pooled*, em média, a elevação de 1% na volatilidade da taxa de câmbio causa uma redução de 0,186% na diversificação da pauta de exportação brasileira em condições *ceteris paribus*, sendo que nos modelos PPML-Efeitos Aleatórios e PPML-Efeitos Fixos a magnitude do efeito é um pouco menor, onde, a elevação de 1% na volatilidade da taxa real de câmbio causa, em média, uma redução de 0,045%. Posteriormente, analisou-se também a robustez desses resultados, onde o modelo empírico fora reestimado com duas novas medidas da volatilidade da taxa real de câmbio. Novamente, os resultados confirmaram a tese de que a volatilidade da taxa real de câmbio causa uma redução da diversificação da pauta de exportação brasileira.

Apesar de todo o esforço metodológico empregado no presente estudo, os resultados aqui obtidos estão longe de esgotar toda a discussão acerca dos efeitos da volatilidade da taxa de câmbio sobre a diversificação da pauta de exportação do Brasil. Extensões desse trabalho podem ser realizadas por meio da utilização de novas medidas de diversificação da pauta de exportação, como, por exemplo, o índice de Herfindahl-Hirschman, mediante a utilização de outras medidas da volatilidade da taxa real de câmbio ou, ainda, utilizar uma base de dados ao nível das firmas, que seria o mais indicado, quando se utiliza um referencial teórico de firmas heterogêneas.

REFERÊNCIAS

- AGOSIN, M. Export diversification and growth in emerging economies. CEPAL Review 97, abril, 2009.
- AGUIRRE, A.; FERREITA, A.; NOTINI, H. The impact of exchange rate volatility on Brazilian manufactured exports. *Económica*, La Plata, vol. LIII, nº 1-2, 2007.
- ALI, R.; ALWANG, J.; SIEGEL, P. Is export diversification the best way to achieve export growth and stability? A look at three African countries. The World Bank Policy, working papers nº 729, 1991.
- AL-MARHUBI, F. A. Export diversification and growth: an empirical investigation. *Applied Economics Letters*, vol. 7, p. 559-562, 2000.
- ÁLVAREZ, R.; DOYLE, M.; LÓPEZ, R. A Exchange rate volatility and export margins. Central Bank of Chile, working paper nº 539, 2009.
- ANDERSON, J. E. A theoretical foundation for the gravity equation. *The American Economic Review*, vol. 69, n. 1, p. 106-116, 1979.
- ANDERSON, J. E., van WINCOOP, E. Gravity with gravitas: a solution to the border puzzle. *American Economic Review*, v. 93, p. 170-192, 2003.
- ANDERSSON, M. Entry costs and adjustments on the extensive margin: an analysis of how familiarity breeds exports. *Electronic Working Paper Series*, working paper nº 81, 2007.

- ARAÚJO, E. Volatilidade cambial e crescimento econômico: teorias e evidências para economias em desenvolvimento e emergentes (1980 e 2007). *Revista Economia, Brasília(DF)*, v.12, n.2, p.187–213, mai/ago 2011.
- ARIZE, A. C.; OSANG, T.; SLOTTJE, D.J. exchange-rate volatility and foreign trade: evidence from Thirteen LDC's. *Journal of Business & Economic Statistics*, vol. 18, nº 1, p. 10-17, 2000.
- AZEVEDO, A. F. Z.; PORTUGAL, M. S. e BARCELLOS NETO, P. C. F.; Impactos comerciais da Área de Livre Comércio da Américas: uma aplicação do modelo gravitacional. *Revista de Economia Contemporânea*, vol. 10, nº 2, p. 237-267, 2006.
- BAHMANI-OSKOOEE, M.; HEGERTY, S. W. Exchange rate volatility and trade flows: a review article. *Journal of Economic Studies*, vol. 34(3), p. 211-255, September 2007.
- BAILEY, M. J.; TAVLAS, G. S.; ULAN, M. The impact of exchange-rate volatility on export growth: some theoretical considerations and empirical results. *Journal of Policy Modeling* vol. 9(1), p. 225-243, 1987.
- BALDWIN, R.; KRUGMAN, P. The effects of large exchange rate shocks. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 104, nº 4, p. 635-654, November 1989.
- BITTENCOURT, M.V.L.; LARSON, D.W.; THOMPSON, S.R. Impactos da volatilidade da taxa de câmbio no comércio setorial do Mercosul. *Estudos Econômicos*, vol. 37, nº 4, p. 791-816, outubro-dezembro 2007.
- BERGIN, P. R.; LIN, C. Exchange rate regimes and the extensive margin of trade. In: NBER International Seminar on macroeconomics. Org.: FRANKEL, J.; PISSARIDES, C. University of Chicago Press, p. 201-227, April 2009.
- BROLL, U.; ECKWERT, B. Exchange rate volatility and international trade. *Southern Economic Journal*, vol. 66 (1), p. 178-785, 1999.
- CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. *Microeconometrics using stata*. Stata Press, 2009.
- CERQUEIRA, V. S. Volatilidade da taxa de câmbio real e taxa de juros no brasil: evidências de um modelo var-garch-m para o período 1999-2010. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), texto para discussão 1586, p.1-30, 2011.
- CHENG, I.; WALL, H.J. Controlling for heterogeneity in gravity models of trade and integration. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, St. Louis, v. 87, n. 1, p. 49-63, 2005.
- CHO, G.; SHELDON, I. M.; McCORRISTON, S. Exchange rate uncertainty and agricultural trade. *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 84, n. 4, p. 932-942, 2002.
- CLARK, P.B. Uncertainty, exchange risk, and the level of international trade. *Western Economic Journal*, vol. 11, p. 302-313, September 1973.
- CLARK, P.; TAMIRISA, N.; WEI, S. J. Exchange rate volatility and trade flows-some new evidence. International Monetary Fund (IMF), working paper, 2004.

- DEARDORFF, A. Determinants of bilateral trade: does gravity work in a Neoclassical world? In: Frankel, J. (Ed.). In the regionalization of the world economy. Chicago: University of Chicago Press, 1998.
- DE GRAWE, P. Exchange rate variability and the slowdown in growth of international trade. International Monetary Fund (IMF), working paper n° 24, p. 317-330, 1988.
- DELL'ARICCIA, G. Exchange rate fluctuations and trade flows: evidence from the European Union. International Monetary Fund (IMF), working paper n° 98/107, 1998.
- DELLAS, H.; ZILBERFARB, B. Real exchange rate volatility and international trade: a reexamination of the theory. Southern Economic Journal, vol. 59, p. 651-657, 1993.
- DENNIS, A.; SHEPHERD, B. Barriers to entry, trade costs, and export diversification in developing countries. World Bank, working paper 4368, 2007.
- DOGRUEL; A. S.; TEKCE; M. Trade liberalization and export diversification in selected MENA Countries. Topics in Middle Eastern and African Economies, vol. 13, p. 1-24, 2011.
- ESQUIVEL, G.; LARRAÍN, F. The impact of G-3 exchange rate volatility on developing countries. United Nations Conference on Trade and Development, G-24 discussion papers series, January 2002.
- FEENSTRA, R.; MARKUSEN, J.; ROSE, A. Using the gravity equation to differentiate among alternative theories of trade. Disponível em: <http://faculty.haas.berkeley.edu/arose/FMRrev.PDF>, September 2000.
- GAULIER, G.; ZIGNAGO, S. BACI: International database at the product-level. CEPII, working paper n° 2010 – 23, 2010.
- GOMES, V.; ELLERY, R. G., Jr. Perfil das exportações, produtividade e tamanho das firmas no Brasil. Revista Brasileira de Economia, v. 61, n. 1, p. 33- 48, 2007.
- GONZAGA, G.; TERRA, C. Equilibrium real exchange rate, volatility and stabilization. Journal of Development Economics, vol. 54, p. 77-100, 1997.
- GOTUR, P. Effects of exchange rate volatility on trade: some further evidence. IMF Staff Papers, 1985.
- HELPMAN, E. Imperfect competition and international trade: evidence from fourteen industrial countries. Journal of the Japanese and International Economies, vol. 1, p. 62-81, 1987.
- HESSE, H. Export Diversification and economic growth. Commission on Growth and Development, workin paper n° 21, 2008.
- HIDALGO, A. B.; MATA, D. Produtividade e desempenho exportador das firmas na indústria de transformação brasileira. Est. Econ., São Paulo, v. 39, n. 4, p. 709-735, 2009.
- HOLLAND, M. Exchange rate volatility and the fear of floating in Brazil. Revista EconomiA, Selecta, Brasília, v.7, n.2, p.279–292, May-Aug 2006.

- HONDROYIANNIS, G.; SWAMY, P. A. V. B.; TAVLAS, G.; ULAN, M. Some further evidence on exchange-rate volatility and exports. Bank of Greece, working paper n° 28, 2005.
- HOOPER, P.; KOHLHAGEN, S.W. The effect of exchange uncertainty on the prices and volume of international trade. *Journal of the Japanese and International Economy*, vol. 8, p. 483-511, 1978.
- JORDÁN, J.; PARRÉ, J. L. Dinâmica das exportações da América Latina: economias de escala ou dumping recíproco? *Economia Aplicada*, v. 10, n. 4, Ribeirão Preto, Oct./Dec. 2006.
- KAREMERA, D.; MANAGI, S.; REUBEN, L.; SPANN, O. The impacts of exchange rate volatility on vegetable trade flows. *Applied Economics*, v. 43, p. 1607-1616, 2011.
- LARRAÍN, F.; VERGARA, R. Investment and macroeconomic adjustment: the case of East Asia. In: Servén, L.; Solimano, A. (ed) *Striving for growth after adjustment: the role of capital formation*. Washington, DC, World Bank, p. 229–274, 1993.
- LIN, C. Exchange rate uncertainty and trade. *The B.E. Journal of Macroeconomics*, v. 12 (1), p. 1-35, 2012.
- MUKHERJEE, D.; POZO, S. Exchange-rate volatility and trade: a semiparametric approach. *Applied Economics*, v. 43 (13), p. 1617-1627, 2011.
- McKENZIE, M. D. The impact of exchange rate volatility on international trade flows. *Journal of Economic Surveys*, vol. 13(1), p. 71-106, 1999.
- MUNDELL, R. A. A theory of optimal currency areas. *American Economic Review*, v. 51, n. 4, p. 657–65, 1961.
- NILSSON, L. Two-way trade between unequal partners: the EU and the developing countries. *Weltwirtschaftliches Archiv*, vol. 135(1), p. 102-127, 1999.
- OLIVEIRA, F.N.; PLAGA, A. Eficácia das intervenções do banco central do Brasil sobre a volatilidade condicional da taxa de câmbio nominal. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 65, n. 1, p. 71–92, Jan-Mar 2011.
- OZTURK, I. Exchange rate volatility and trade: a literature survey. *International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies*, vol. 3(1), p. 85-102, 2006.
- PACHECO, A.; D, PIEROLA. Patterns of export diversification in developed countries: intensive and extensive margins. *World Bank Policy Research*, working paper n° 4473, 2008.
- PACHECO, A. Preferential trade liberalization and the range of exported products: the case of the euro-mediterranean FTA. *Graduate Institute of International Studies*, working paper n° 18, 2006.
- PIANI, G.; KUME, H. Fluxos bilaterais de comércio e blocos regionais: uma aplicação do modelo gravitacional. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p. 1-22, abr. 2000.
- ROSE, A. One money one market: estimating the effect of common currencies on trade. *Economic Policy*, v. 15, p. 7–46, 2000.
- SANTOS SILVA, J.; TENREYRO, S. The log of Gravity. *CEP discussion paper* n° 701, 2005.

SHELDON, I.; MISHRA, S. K.; PICK, D.; THOMPSON, S. R. Exchange rate uncertainty and US bilateral fresh fruit and fresh vegetable trade: an application of the gravity model. *Applied Economics*, v. 45, p. 2067-2082, 2013.

SHEPHERD, B. Geographical diversification of developing country exports. *Munich Personal RePEc Archive (MPRA)*, paper n° 11267, 2008.

TENREYRO, S. On the impact of nominal exchange rate volatility. *Journal of Development Economics*, v. 82, p. 485-508, 2007.

TINBERGEN, J. An analysis of world trade flows, in: Tinbergen, J. (Ed.), *Shaping the world economy*, New York, NY, Twentieth Century Fund, 1962.

WESTERLUND, J.; WILHELMSSON, F. Estimating the gravity model without gravity using panel data. *Applied Economics*, vol. 43, p. 641-649, 2011.

WOOLDRIDGE, J. M. *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge, MA: MIT Press, 2002.

Anexo I - Parceiros comerciais considerados no estudo.

Alemanha	Colômbia	França	Irlanda	Paraguai	Turquia
Argentina	Coréia do Sul	Gana	Itália	Peru	Uruguai
Austrália	Costa do Marfim	Grécia	Jamaica	Polônia	Venezuela
Áustria	Costa Rica	Guatemala	Japão	Portugal	
Bélgica/Luxemburgo	Dinamarca	Holanda	Malásia	Reino Unido	
Camarões	El Salvador	Honduras	México	Rússia	
Canadá	Equador	Hong Kong	Nicarágua	Senegal	
Chile	Espanha	Hungria	Nigéria	Suécia	
China	Estados Unidos	Índia	Noruega	Suiça	
Cingapura	Finlândia	Indonésia	Nova Zelândia	Tunísia	