

## **Evolução do grau de sofisticação das exportações brasileiras (2000-2013)**

*Ariane Danielle Baraúna\**

*Álvaro Barrantes Hidalgo\*\**

Recebido: 13/09/2015 Versão revisada (entregue): 02/03/2016 Aprovado: 30/03/2016

---

### RESUMO

O objetivo do presente artigo é analisar a evolução do nível de sofisticação das exportações brasileiras, fazendo uso do índice de sofisticação proposto por Hausmann et al. (2007). Examina-se o grau de sofisticação das exportações brasileiras de forma desagregada, no período 2000 a 2013. O indicador de sofisticação calculado leva em conta também as disparidades existentes entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, bem como as diferenças de qualidade dos produtos conforme sugerido por Xu (2010). Os resultados indicam que a sofisticação das exportações brasileiras vem se deteriorando ao longo dos anos, em especial no segmento de alta intensidade tecnológica. A análise desagregada constata algumas diferenças entre setores. O aumento de produtividade mais notável ocorreu no setor de bens primários, enquanto o comportamento mais estável se deu no segmento de baixa intensidade tecnológica, sendo que os demais setores apresentaram desempenho oscilatório, com tendência decrescente no período recente. Feito o ajustamento para a qualidade dos produtos, a ordenação entre os setores ficou mais evidente, ressaltando as diferenças tecnológicas e de qualidade entre eles. Os valores mínimos (máximos) de produtividade apresentaram expressiva(o) redução (aumento) nos dois grupos de países considerados. Também se constataram diferenças significativas entre os setores de países com distintos níveis de renda. Países em desenvolvimento mostram

\* Universidade Federal de Alagoas (Ufal), Maceió (AL), Brasil. E-mail: ariane.danielle.barauna@gmail.com

\*\* Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife (PE), Brasil. E-mail: abarrantes@gmail.com.

comportamento mais homogêneo do índice de sofisticação das exportações brasileiras entre os setores do que os desenvolvidos.

PALAVRAS-CHAVE | Exportações; Intensidade Tecnológica; Sofisticação

CÓDIGO-JEL | O32, O33; O39

### **Evolution of the level of sophistication of Brazilian exports (2000-2013)**

#### ABSTRACT

The aim of this paper is to analyze the level of sophistication of Brazilian exports by making use of the sophistication index proposed by Hausmann et al. (2007). The degree of sophistication of Brazilian exports is examined in disaggregation, between years 2000 and 2013. The calculated sophistication indicator also takes into account the disparities between developed and developing countries, and considers the differences in quality of products as suggested by Xu (2010). The results indicate that the sophistication of Brazilian exports has deteriorated over the years, particularly in the high tech segment. A disaggregated analysis finds some differences among sectors. The most notable productivity increase was the primary goods sector, the most stable behavior occurred in the low technological intensity sector, and other sectors showed oscillatory performance, with decreasing trend in recent years. Adjusting for the quality of products, the ranking among sectors became more evident, highlighting the technological and quality differences between sectors. The minimum (maximum) values of productivity had significant reduction (increase) in both groups of countries considered. It was also found significant differences among sectors of countries with different income levels. Developing countries show a more homogeneous behavior for the sophistication index of Brazilian exports across sectors than the developed countries.

KEYWORDS | Exports; Technological Intensity; Sophistication

JEL CODE | O32, O33; O39

---

## 1. Introdução

O comércio internacional apresentou crescimento significativo nas últimas décadas, atribuído principalmente à liberalização comercial e ao crescimento econômico de países emergentes. Esse processo afetou as exportações brasileiras que mostraram forte crescimento principalmente a partir de 2003. Nesse período, as *commodities* agrícolas e os minerais foram os que mais se destacaram, mas as exportações de manufaturados também cresceram.

Entretanto, esse ciclo de expansão do comércio foi interrompido em 2008 em virtude da crise financeira internacional. Com efeito, segundo dados da Secretaria de Comércio Exterior – Secex, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, enquanto no período 2003-2008 as exportações brasileiras tiveram taxa média anual de crescimento da ordem de 22,01%, entre 2008 e 2015 a mesma taxa situou-se em -0,005%. No que se refere às importações, as taxas médias anuais de crescimento foram de 29,05% e -0,001%, respectivamente, durante os mesmos períodos.

A pauta de exportações brasileiras também sofreu significativa mudança em sua composição ao longo das últimas décadas, registrando aumento da participação para os produtos primários e diminuição para os manufaturados. Também houve no período mudança na intensidade tecnológica dos produtos industriais exportados pelo Brasil. Assim, as exportações do segmento industrial de média alta tecnologia sofreram redução significativa. Segundo dados da Secex/MDIC, em 2000 esse segmento representava 23,1% do total exportado pelo Brasil, percentual que correspondeu a apenas 16,5% em 2013. O segmento de produtos de alta tecnologia exportados também seguiu o mesmo comportamento, com sua participação nas exportações totais passando de 12,4% para 4,1% durante esse período. Já as exportações industriais de produtos de baixa tecnologia diminuíram sua participação na pauta de 29,3% para 24,8% do total exportado, entre 2000 e 2013.

No mundo moderno o aprimoramento tecnológico tem papel fundamental para o crescimento econômico de determinado país. Por outro lado, conforme a globalização avança, a inserção competitiva no comércio exterior adquire um papel cada vez mais importante para o crescimento. Logo, dispor de indicadores que permitam realizar uma avaliação mais detalhada da evolução do nível tecnológico de uma economia e do seu comércio exterior é de extrema relevância. Assim, o objetivo do presente artigo é analisar a evolução do nível de sofisticação das exportações brasileiras, fazendo uso do índice de sofisticação proposto por Hausmann et

al. (2007). Pretende-se examinar o grau de sofisticação das exportações brasileiras de forma desagregada, no período de 2000 a 2013. A fim de aprimorar os resultados sobre o indicador de sofisticação das exportações, serão consideradas as disparidades existentes entre países desenvolvidos e em desenvolvimento e será realizado ajuste para levar em conta a qualidade dos produtos conforme sugerido por Xu (2010). O estudo dessa questão é relevante não apenas para o entendimento do grau de sofisticação das exportações brasileiras e de sua evolução, mas também como subsídio para a formulação da política industrial e de comércio exterior brasileiro. Em relação aos estudos anteriormente realizados para o Brasil sobre o assunto, este trabalho contribui ao apresentar novos resultados, desagregando o índice de sofisticação segundo países desenvolvidos e em desenvolvimento e realizando ajustamento para levar em conta a qualidade dos produtos.

A fim de atingir tais objetivos, o artigo conta, além desta introdução, com mais quatro seções. A seguir é feita uma revisão da literatura sobre o assunto. Posteriormente são detalhados os indicadores de sofisticação e a metodologia a ser utilizada. Os resultados obtidos são expostos e analisados e, por fim, apresentam-se as principais conclusões do trabalho.

## 2. Revisão de literatura

A tecnologia é analisada de diversas formas pelas teorias de comércio internacional. Alguns autores clássicos, como David Ricardo (1817), consideram a importância da produtividade e reconhecem seu papel como determinante do comércio entre os países, mas a tecnologia que motiva as diferenças de produtividade não é explicada nesse modelo sobre comércio. Nos modelos evolucionistas, por outro lado, a tecnologia e a inovação são entendidas como fatores decisivos na transformação da estrutura industrial e dos padrões de comércio (DOSI et al. 1990). Esses autores analisam a evolução do comércio internacional tendo como foco a geração de tecnologias e os processos de inovação. Para eles, a existência de diferentes processos de capacitação tecnológica e de inovação entre países tem impactos sobre os padrões de comércio e seu crescimento. Diferente da teoria neoclássica do comércio que postula tecnologias semelhantes entre países, os autores admitem a existência de assimetrias tecnológicas entre países.

No que diz respeito à influência da tecnologia sobre o comércio internacional, pode-se mencionar também o modelo da defasagem tecnológica (*technology gap*), desenvolvido durante os anos 1960 por Posner (1961), e a teoria do ciclo de vida do

produto, elaborada por Vernon (1966). De acordo com esses modelos, o processo de inovação tecnológica gera vantagens comparativas e influencia o padrão de comércio internacional dos países. Se, por um lado, a criação de vantagens tecnológicas específicas em dado país faz surgir o comércio, por outro, leva os produtores de fora do país (competidores em potencial) a responderem por meio da imitação à inovação. Portanto, o desempenho das exportações está baseado nas diferenças de custos comparativos induzidos pela mudança tecnológica e dependem do tempo em que durar a defasagem para a imitação.

Testes empíricos sobre a influência das variáveis relacionadas à produtividade e tecnologia sobre os padrões de comércio e ao crescimento dos países têm dado suporte a estas teorias. Autores como Hausmann et al. (2007), Hausmann e Klinger (2008) e Hausmann e Hidalgo (2010) concluem que os países que conseguem descobrir quais produtos estão associados ao nível de produtividade superior e passam a investir nesses setores tendem a convergir para níveis de rendimentos mais elevados, gerados pela maior produtividade dos bens que compõem suas pautas de exportações, ou seja, os países se tornam o que exportam. Hausmann et al. (2007) argumentam que a especialização em alguns produtos traz crescimento maior do que em outros, por causa de diferentes produtividades. Portanto, não é somente a quantidade, mas também o tipo de produto exportado que importa para o crescimento mais acelerado de um país.

A literatura recente sobre o assunto tem procurado categorizar os bens com base no que chamam de sofisticação tecnológica ou nível de produtividade. Segundo esses trabalhos, é preferível exportar bens sofisticados, pois estes geram maiores encadeamentos para a economia.

Rodrik (2006) e Hausmann et al. (2007) desenvolveram uma metodologia para avaliar a posição de um país na escala tecnológica por meio da análise da composição de sua cesta de exportações. Eles postulam que um produto é mais sofisticado quanto maior for a renda média ponderada dos países que o exportam. Isso permite a criação de um *ranking* de produtos de exportação de acordo com sua “produtividade implícita”. Segundo os autores, na ausência de intervenções sobre o comércio, os países mais ricos, geralmente, têm características que proporcionam vantagem comparativa em setores mais avançados. Essas características podem incluir abundância de capital, melhores instituições e mão de obra mais capacitada. Isso faz com que tais países exportem bens de maior complexidade tecnológica.

Já Hausmann et al. (2007) não argumentam que um país deve produzir os bens de elevada produtividade, mas sim adotar o bem de maior produtividade

entre os que o país apresenta vantagem comparativa. Para que isso seja levado em conta, o indicador de produtividade implícita tem como ponderador da renda o índice de vantagem comparativa revelada. Assim, o índice de sofisticação é desagregado em um componente de captura de renda (produtividade) e uma estimativa que capta a disponibilidade de recursos (derivada de medidas de vantagem comparativa relativa).

Lall et al. (2005) elaboraram uma matriz relacionando o nível de sofisticação das exportações e a intensidade tecnológica de um país. Essas relações estão descritas no Quadro 1.

**QUADRO 1**  
**Sofisticação das exportações e intensidade tecnológica**

Nível tecnológico	Nível de sofisticação	
	Baixo	Alto
Baixo	Produtos tecnologicamente simples, cuja produção para exportação se deslocou para áreas de baixos salários	Produtos tecnologicamente simples, cuja produção para exportação continua em áreas de altos salários por causa de distorções comerciais, disponibilidade de recursos e necessidades logísticas
Alto	Produtos tecnologicamente avançados, com processos de produção fragmentados, localizados em áreas de baixos salários	Produtos tecnologicamente avançados, sem fragmentação dos processos entre países, que mantêm forte vantagem comparativa mesmo com altos salários

Fonte: Lall et al. (2005).

Os casos em que ambos têm baixa ou alta tecnologia (baixa/baixa e alta/alta) se baseiam no que a teoria de comércio tradicional prevê: países ricos possuem vantagem comparativa em produtos que utilizam tecnologias avançadas, e os pobres em produtos que utilizam tecnologias mais simples. De acordo com os autores, as duas outras combinações são mais interessantes: o caso de alta tecnologia associada com baixa sofisticação sugere que o processo de produção é fragmentado; e o de baixa tecnologia com alta sofisticação indica que os produtores demandam recursos específicos, têm necessidades logísticas ou outras que estão fora do alcance dos países mais pobres, ou que eles são sujeitos a intervenções políticas que impedem a transição para locais com baixos salários.

Hausmann et al. (2007) reconhecem que o novo índice não captura as diferenças de qualidade que possam existir em um mesmo produto entre os países.

Conforme Rodrik (2006) mostra, há grandes diferenças nos valores unitários dos mesmos produtos exportados por diferentes países, o que reflete, em parte, os distintos níveis de qualidade.

Por outro lado, Xu (2010) afirma que a sofisticação não reflete perfeitamente o nível de processamento tecnológico das exportações de um país, mas a evidência mostra que os índices refletem o conteúdo tecnológico das exportações em certo grau. O autor apresenta em seu trabalho as correlações entre o índice de sofisticação das exportações e os gastos com P&D dos países da OECD. As correlações estimadas foram todas positivas, sendo que apenas três indústrias de uso intensivo em recursos naturais apresentaram estimativas estatisticamente insignificantes. Também foram calculadas as correlações por país e os resultados indicam que o índice de sofisticação é correlacionado positivamente com a relação entre P&D e PIB. O autor conclui que o indicador de sofisticação não é uma medida perfeita, mas reflete, em certo grau, o conteúdo tecnológico das exportações. Assim, Xu (2010) desenvolve um método para ajustar o índice de sofisticação e levar em conta a qualidade dos produtos.

No contexto nacional, a análise da sofisticação é restrita, o que se deve também ao fato de ser uma metodologia relativamente nova. Pode-se citar o trabalho de Kume et al. (2012), que faz uma aplicação do estudo de Hausmann et al. (2007) para a economia brasileira. O autor analisa o desempenho e a estrutura de especialização das exportações do Brasil em comparação aos países emergentes selecionados no período 1996-2007 com base no índice de sofisticação. Os resultados mostram que somente a China e a Coreia do Sul conseguiram ganhos de mercado mais concentrados nos bens sofisticados. A Coreia do Sul mais do que triplicou o grau de sofisticação e, juntamente com China e Índia, ampliou significativamente a participação desses bens na pauta. A sofisticação das exportações brasileiras aumentou no período analisado, mas manteve-se aproximadamente constante nos anos seguintes, com pequena queda no biênio 2006-2007.

Seguindo a mesma linha, Grimaldi (2011), a partir de um modelo de equilíbrio geral computável, investigou como padrões de especialização exportadora distintos afetam a economia brasileira. Os resultados encontrados pelo autor mostraram que os setores de média alta e alta sofisticação geraram as melhores taxas de crescimento para a economia, tanto no curto como no longo prazo, sugerindo que um padrão comercial mais intensivo nessa categoria apresenta maior potencial de expansão do PIB.

### 3. Metodologia

A fim de medir o nível tecnológico da indústria, a maioria dos estudos utiliza o indicador elaborado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), o qual leva em conta a tecnologia incorporada nos bens intermediários e o quanto é gasto pelas indústrias em P&D. Com base nessas variáveis, a OCDE classifica as indústrias em quatro grupos: indústrias de alta tecnologia, indústrias de média alta tecnologia, indústrias de média baixa tecnologia e indústrias de baixa tecnologia.

Apesar da sua popularidade na literatura, o indicador da OCDE tem algumas limitações, como o baixo nível de desagregação industrial. Segundo Lall et al. (2005), pode haver grandes diferenças no nível tecnológico de produtos pertencentes à mesma indústria; o setor de telecomunicações, por exemplo, é considerado um segmento de alta tecnologia pela classificação, mas também inclui produtos com processo de produção relativamente simples.

O indicador também não considera as disparidades entre países no que diz respeito às etapas de produção de um bem. O processo de produção em países mais ricos utiliza em geral mais tecnologia que o mesmo setor localizado em países mais pobres. Por fim, o indicador da OCDE não leva em conta as diferenças de qualidade que podem existir no mesmo bem produzido em países diferentes.

A fim de ultrapassar algumas das limitações acima referidas, estudos recentes de Lall et al. (2005) e Hausmann et al. (2007) combinam os dados de comércio e do PIB *per capita*, por meio de uma média ponderada para construir um novo indicador como *proxy* para o nível tecnológico dos bens e com base em sua produtividade implícita. Esses estudos consideram o nível de renda *per capita* associada a cada mercadoria exportada e usam como ponderador o indicador vantagem comparativa de cada bem. Segundo Lall et al. (2005), a sofisticação se correlaciona muito bem com a tecnologia.

O índice de sofisticação supera a primeira e, em parte, a segunda deficiência do Indicador da OCDE. Como o índice pode ser construído sobre dados altamente desagregados do comércio, há condições de identificar com maior precisão as possíveis diferenças de produtividade entre os bens pertencentes à mesma indústria. Maior nível de desagregação também pode ajudar a identificar as diferenças de intensidade tecnológica em todas as fases de produção e entre países. No entanto, Hausmann et al. (2007) reconhecem que o novo índice não supera a terceira lacuna: as diferenças de qualidade no mesmo produto entre os países. Para corrigir esse problema, Xu

(2010) propõe ajuste no índice baseado nos preços, possibilitando captar as diferenças de qualidade entre os bens.

Para medir a sofisticação das exportações e examinar sua relação com o desenvolvimento tecnológico (LALL et al., 2005; RODRIK, 2006; HAUSMANN, et al., 2007; XU, 2010; SCHOTT, 2008; VAN ASSCHE; GANGNES, 2007), os autores constroem um índice de produtividade a ser chamado de Prody, definido pela média ponderada da renda *per capita* dos países exportadores de determinado produto, representando o nível de renda associado a cada um deles. Cada país é indexado por  $j$  e os produtos por  $k$ , sendo o valor total das exportações do país  $j$  dado por:

$$X_j = \sum_k x_{jk} \quad (1)$$

Seja a renda *per capita* do país  $j$  denotada por  $Y_j$ , então o nível de produtividade associado ao produto  $k$  é dado por:

$$PRODY_k = \sum_j \frac{(x_{jk}/X_j)}{\sum_j (x_{jk}/X_j)} Y_j \quad (2)$$

Onde:

$PRODY_k$  é a produtividade do produto  $k$ ;

$x_{jk}$  é o valor das exportações do produto  $k$  pelo país  $j$ ;  $X_j$  é o valor das exportações totais do país  $j$ ;

$Y_j$  é a renda *per capita* do país  $j$ ;

O numerador da fração,  $x_{jk}/X_j$ , é a participação do bem no total de produtos exportados pelo país  $j$  e o denominador,  $\sum_j (x_{jk}/X_j)$ , agrega as exportações de todos os países exportadores do bem  $k$ . Esse índice representa a média ponderada da renda *per capita*, em que a ponderação corresponde à vantagem comparativa revelada de cada país no bem  $k$ .

O ponderador da renda *per capita* é o indicador de vantagem comparativa revelada de Balassa (1965), normalizado para que a soma seja igual a um.<sup>1</sup>

1 O índice de vantagem comparativa revelada tradicional de Balassa (1965) mede, no denominador, a participação das exportações mundiais de determinado produto no total das exportações do mundo. Assim, se a participação das exportações desse bem no total das exportações do país (numerador) for superior à parcela das exportações mundiais do mesmo produto no total exportado pelo mundo, o índice será maior que 1. Caso contrário, o índice será menor que 1. Se o país  $j$  não exporta o bem  $k$ , o índice de vantagem comparativa será nulo. O ajuste feito no índice permite que a soma dos índices de vantagem comparativa de todos os países seja igual a 1.

Segundo Kume et al. (2012), a ideia básica é de que os países, ao exportarem um bem, “revelam” seu grau de produtividade de forma similar ao conceito de vantagem comparativa revelada. Como os salários nos países ricos são mais elevados, as exportações serão viáveis somente se forem compensadas por meio de uma melhor tecnologia. Essa maior produtividade pode ser decorrente não apenas de uma tecnologia mais avançada, mas também de outros elementos, tais como a dotação de fatores, a infraestrutura, as técnicas de comercialização e a fragmentação da produção. Assim, pode-se atribuir uma medida de produtividade, denominada grau de sofisticação, aos produtos exportados para qualquer classificação de mercadorias. Segundo Lall et al. (2005), a sofisticação se correlaciona muito bem com a tecnologia.

O grau de sofisticação das exportações do país  $j$  ( $EXPY_{jt}$ ), para cada ano  $t$  é dada por:

$$EXPY_{jt} = \sum_k \frac{X_{jkt}}{X_{jt}} PRODY_k \quad (3)$$

A expressão (3) representa a produtividade de cada produto  $k$  ponderada por sua participação na pauta de exportação do país  $j$ .

Tendo em vista que neste trabalho pretende-se mensurar também as diferenças de sofisticação entre setores dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, em um segundo momento a análise será decomposta em dois grupos de países:

- grupo I: países desenvolvidos;
- grupo II: países em desenvolvimento.

Pretende-se encontrar a produtividade para cada grupo de países e verificar as diferenças entre os grupos considerados. Assim, teremos dois resultados para a produtividade:

- $PRODYI_{kt}$  = produtividade do produto  $k$  considerando a amostra de países do grupo I;
- $PRODYII_{kt}$  = produtividade do produto  $k$  considerando a amostra de países do grupo II.

Espera-se com isso identificar as diferenças entre as produtividades dos setores pertencentes aos grupos I e II.

Hausmann et al. (2007) calcularam a Prody para cada ano entre 2003 e 2005 e, em seguida, encontraram a média ponderada dos três anos. No presente trabalho, seguiremos os mesmos passos, mas o período é atualizado para o triênio 2010-2012.<sup>2</sup>

Após a obtenção desse resultado, o próximo passo consiste em calcular o índice de sofisticação (EXPY) das exportações brasileiras por meio da equação (3), em que o numerador da fração,  $x_{jk}/X_j$ , representa a participação do bem  $k$  no total de produtos exportados pelo Brasil. Obtemos dois resultados:

- $EXPY_{jII} =$  índice de sofisticação das exportações brasileiras para o ano  $t$  considerando  $PRODYI_{kI}$ ;
- $EXPY_{jIII} / EXPY_{jIII} =$  índice de sofisticação das exportações brasileiras para o ano  $t$  considerando  $PRODYII_{kII}$ .

Os dados sobre exportação foram obtidos no Commodity Trade Statistics Database (UN Comtrade). A análise considerou a classificação elaborada pela United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), que é a base para a classificação utilizada pela OCDE.<sup>3</sup> Nessa classificação os grupos de produtos são ordenados de acordo com a taxa de crescimento médio anual do valor de suas exportações no período de 1980-1998, a qual é usada como uma indicação de “dinamismo do mercado”. Cada grupo de produtos é classificado em diferentes categorias de acordo com o que se chama “*mix* de habilidades”, relacionadas à tecnologia e intensidade de capital, chegando a cinco categorias: primários, intensivos em trabalho, baixa intensidade tecnológica, média intensidade tecnológica e alta intensidade tecnológica. São consideradas 225 categorias de produtos, classificadas na International Standard Trade Classification (SITC), Rev. 2, em nível de três dígitos.

2 A amostra de países considerados por Hausmann et al. (2007) é diferente da analisada neste trabalho. No presente estudo foram considerados países em desenvolvimento aqueles que possuem renda *per capita* inferior a US\$ 25 mil: Argentina, Bolívia, Brasil, Cabo Verde, Colômbia, Costa Rica, Equador, Filipinas, Geórgia, Índia, Indonésia, México, Paraguai, Peru, República Dominicana, Tailândia, Ucrânia, Uruguai e Venezuela. Já os países desenvolvidos são os que apresentam renda *per capita* superior a US\$ 40 mil: Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Eslovênia, Coreia, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Geórgia, Grécia, Hong Kong, Hungria, Irlanda, Islândia, Israel, Itália, Japão, Luxemburgo, Noruega, Nova Zelândia, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Tcheca, Singapura, Suécia, Suíça e Turquia.

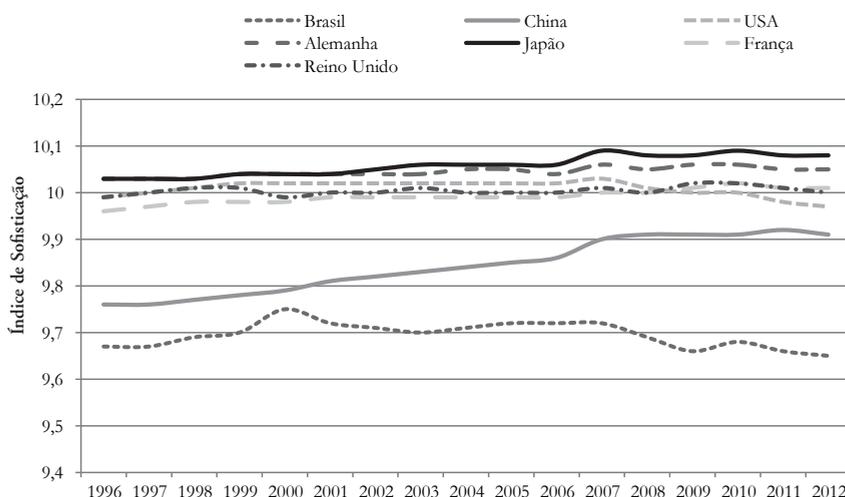
3 Essa classificação está baseada em um conjunto de 12 países pertencentes à OCDE: Estados Unidos, Canadá, Japão, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Irlanda, Itália, Espanha, Suécia e Reino Unido.

#### 4. Resultados obtidos

Segundo Hausmann et al. (2007), Hausmann e Klinger (2008) e Hausmann e Hidalgo (2010), os países que conseguem descobrir quais produtos estão associados a um nível de produtividade superior e passam a investir nesses setores tendem a convergir para níveis de rendimentos mais elevados, gerados pela maior produtividade dos bens que compõem sua pauta de exportações. Neste trabalho estamos analisando a evolução do grau de sofisticação das exportações brasileiras, mas, ao contrário dos estudos supracitados, iremos considerar as disparidades existentes entre países desenvolvidos e em desenvolvimento e proceder um ajuste para a qualidade dos produtos conforme proposto por Xu (2010).

Antes de apresentar a análise mais desagregada, é importante conhecer o comportamento da sofisticação das exportações brasileiras em relação a outros países. Os resultados foram extraídos da base de dados do World Bank (BW), que fornece o valor desse indicador para vários países em nível agregado. O Gráfico 1 mostra a evolução do índice de sofisticação das exportações agregadas do Brasil e dos seis maiores exportadores mundiais.

**GRÁFICO 1**  
**Evolução do índice de sofisticação das exportações brasileiras**  
**e dos principais países exportadores**  
**1996-2012**



Fonte: World Bank (2014).

Observando o Gráfico 1, percebe-se que cinco desses países têm comportamentos com algum grau de semelhança: Estados Unidos, Alemanha, Japão, França e Reino Unido. Entretanto, os Estados Unidos apresentam uma diminuição no índice de sofisticação nos anos finais do período, sendo também acompanhado, porém em menor grau, pelo Reino Unido. Brasil e China, por outro lado, aparecem com menores índices; no entanto a China registra significativo avanço ao longo da maior parte do período, se aproximando dos países mais desenvolvidos, o que não ocorre com a sofisticação brasileira. Em 2000, a sofisticação das exportações brasileiras iniciou trajetória decrescente. Os resultados mostram uma perda de sofisticação ao longo dos anos. O indicador teve pequena recuperação a partir de 2003, mas foi seguido por um período de queda conforme pode ser visualizado no Gráfico 1.

Entre 2000 e 2012 houve expressivo aumento na participação de setores primários na pauta, caracterizando o que atualmente tem sido chamado de processo de primarização do comércio exterior brasileiro. Os setores primários possuem baixa complexidade tecnológica, o que resultou em sucessivas perdas de sofisticação.<sup>4</sup>

De acordo com o Gráfico 1, os países desenvolvidos possuem pauta de exportações composta por bens mais sofisticados, quando comparada à de países com menor renda *per capita*, como Brasil e China. Esses resultados poderiam ser interpretados como consequência da influência da renda *per capita* na construção desse indicador; no entanto, o índice parece captar diferenças tecnológicas entre países, uma vez que Japão aparece com os maiores índices de sofisticação por ser o país que mais investe no aperfeiçoamento tecnológico de sua produção. Se a influência da renda *per capita* fosse predominante, seria esperado que a economia americana estivesse à frente, uma vez que apresenta a maior renda *per capita* entre os países analisados.

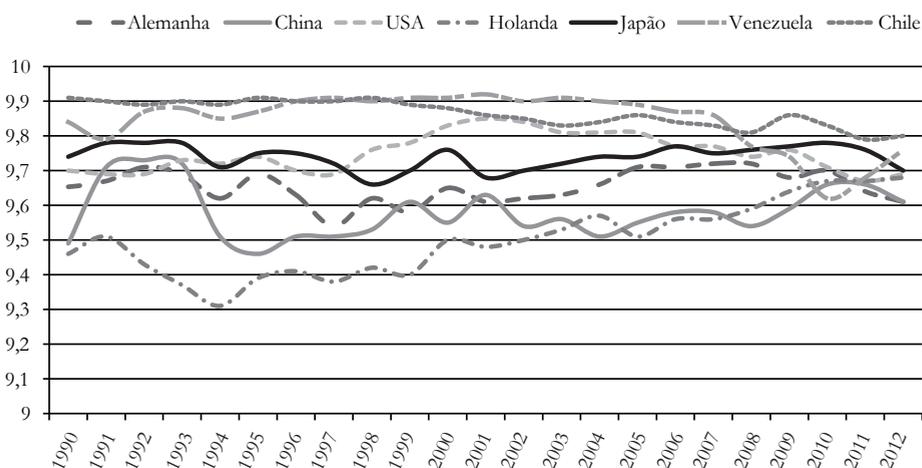
O Gráfico 2 mostra a evolução do indicador de sofisticação para os principais países de destino das exportações brasileiras.

Observa-se, no Gráfico 2, a tendência de redução na sofisticação das exportações brasileiras no período recente, com exceção apenas daquelas destinadas à Holanda e China, que apresentaram elevação do índice de sofisticação, com taxa média de variação do indicador de 10,58% e 6,06%, respectivamente. As vendas brasileiras, para essas duas economias, estão concentradas no complexo da soja, que representa

4 O forte aumento no *quantum* das exportações de *commodities*, aliado ao o incremento significativo no valor de suas cotações, constitui motivos para o aumento de participação dos setores primários e o bom desempenho da balança comercial do Brasil nesse período. Diferentemente, as exportações de bens com maior complexidade tecnológica, como é o caso dos manufaturados, não tiveram elevações significativas dos preços e das quantidades exportadas nesse período. Além disso, os custos de produção aumentaram em reais e a taxa de câmbio do real em relação ao dólar se valorizou no período, prejudicando a competitividade dos manufaturados.

cerca de 30% do total exportado e hoje é a principal cultura do agronegócio brasileiro. O rápido desenvolvimento do cultivo da soja no país, a partir dos anos 1960, fez surgir um novo e agressivo setor produtivo, altamente demandante de tecnologia. Conseqüentemente, os poucos programas de pesquisa sobre a soja foram expandidos e novos núcleos foram criados, sendo que a preocupação principal desses programas é, de fato, o aumento da produtividade.

**GRÁFICO 2**  
**Evolução do índice de sofisticação das exportações brasileiras**  
**para os principais mercados de destino**  
**1990-2012**



Taxa Média de Variação, em % (1991-2012)

Alemanha	China	USA	Holanda	Japão	Venezuela	Chile
-0,02	6,06	-0,42	10,58	-1,80	-3,60	-5,05

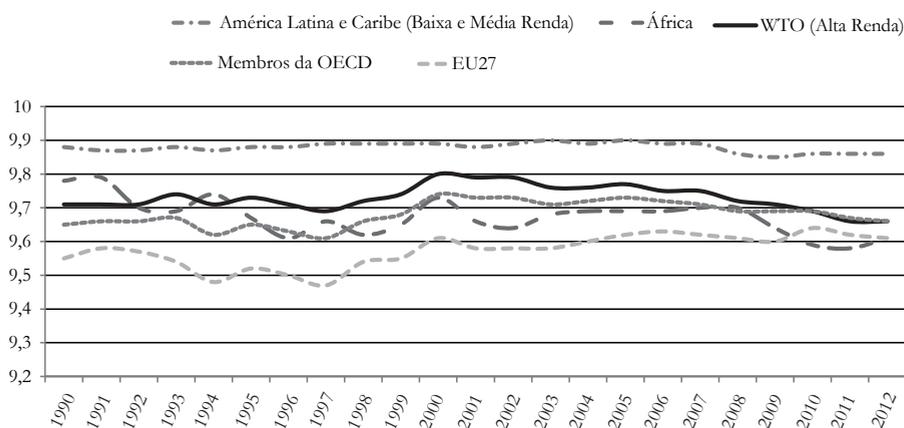
Fonte: World Bank (2014).

Apesar das oscilações no período recente, a sofisticação foi mais intensa nas vendas para o mercado venezuelano. A pauta para esse destino mostra que, em 2012, a participação dos produtos manufaturados foi de 61,9%, contra 38,1% dos agrícolas. Os principais itens de produtos agrícolas exportados para a Venezuela, em 2012, foram os bovinos vivos e carne bovina *in natura*, que juntos representaram 45,1% do total agrícola exportado naquele ano. Por outro lado, Kume et al. (2012) já haviam encontrado em sua análise que o grupo de carne e miudezas é o sexto produto mais sofisticado da pauta de exportações brasileira.

A sofisticação das exportações para os Estados Unidos evoluiu satisfatoriamente até 2002, quando iniciou o processo de queda. Durante esse período, foi possível observar algumas mudanças na pauta de exportações brasileiras para a economia americana, tais como o setor de aeronaves, que apresentava expressiva participação e foi perdendo espaço ao longo dos anos, sendo que atualmente o setor de minérios representa o principal produto exportado. Este é de fato um setor de baixa intensidade, uma vez que os produtos são exportados sem praticamente nenhum processamento.

Analisando agora as exportações por blocos, no Gráfico 3 destacam-se aquelas destinadas à América Latina e Caribe por apresentarem os maiores índices de sofisticação. Mais de 80% das vendas brasileiras para esse bloco são de manufaturados, com o setor de transporte e máquinas representando aproximadamente 32% do total exportado em 2013. As exportações para a União Europeia possuem os menores índices, cuja pauta está concentrada em produtos minerais (17,5%), bagaços e resíduos sólidos da extração de óleo de soja (8,7%) e café em grão não torrado e não descafeinado (5,1%). Esses bens possuem baixa intensidade tecnológica e não geram efeitos multiplicadores significativos para a economia e, no geral, a sofisticação das exportações para esse bloco foi inferior à dos outros, mas é possível visualizar tendência de crescimento do índice.

**GRÁFICO 3**  
Evolução do índice de sofisticação das exportações brasileiras para blocos selecionados 1990-2012



Fonte: World Bank (2014).

#### 4.1 Sofisticação das exportações brasileiras desagregadas

Nesta subseção são apresentados os resultados do indicador de sofisticação para as exportações brasileiras no período de 2000 a 2012. Seguindo Hausmann et al. (2007), foi calculada a média simples da produtividade para o triênio 2010-2012. O grau de sofisticação das exportações brasileiras para cada ano entre 2000 e 2012 corresponde à produtividade média de cada produto ponderada por sua participação na pauta brasileira de exportações.

A produtividade foi calculada para 210 produtos a três dígitos da *Standard International Trade Classification (SITC)* – revisão 2 –, com base na ordenação setorial elaborada pela UNCTAD (2002), que agrupa os bens em cinco setores: primários, intensivos em trabalho, alta, média e baixa intensidade tecnológica. Nos cálculos foram incluídos 50 países, cujos dados de exportação foram extraídos do Commodity Trade Statistics (UN Comtrade) e os de renda *per capita* foram obtidos na base de dados do Banco Mundial. A Tabela 1 traz um resumo dos resultados alcançados para a produtividade média (Prody) dos bens pertencentes a cada categoria; a terceira e a quarta coluna mostram os valores mínimos e máximos dentro do conjunto de bens analisados.

**TABELA 1**  
Resumo dos resultados para a produtividade (Prody), segundo setores  
2003-2005

Setores (1)	Número de produtos	Mínimo	Máximo	Média	Variância (em milhões)
Primários	77	2775	26035	11888	21,7
Intensivos em trabalho	34	6657	25229	20122	23,9
Baixa tecnologia	42	12427	26886	17534	15,1
Média tecnologia	35	12730	33162	22661	30,1
Alta tecnologia	19	17087	46341	34536	28,0

Fonte: UN Comtrade. Cálculos realizados pelo autor.

(1) Classificação UNCTAD (2002).

Os resultados corroboram a ordenação entre setores sugerida pela literatura (UNCTAD, 2002). O setor primário apresenta a menor produtividade média e o segmento de alta intensidade registra a maior; os demais setores também mantêm a ordenação sugerida. A última coluna da Tabela 1 apresenta a variância entre os valores da produtividade em cada categoria: quanto maior o valor dessa estatística,

maior é a variabilidade existente entre os índices de produtividade. Observa-se que os segmentos de média e alta tecnologia tiveram maior variância, mostrando maior dispersão na produtividade dos setores que compõem esses dois agrupamentos.

Os resultados obtidos para a variância corroboram as preocupações de Lall et al. (2005) sobre as limitações do indicador elaborado pela OCDE. Segundo o autor, pode haver grandes diferenças no processamento tecnológico de produtos que pertencem à mesma indústria, em especial nos segmentos de maior intensidade tecnológica. O indicador da OCDE não consegue captar essa variabilidade existente nos setores mais intensivos em tecnologia, pois a classificação é generalizada para todos os segmentos do setor.

O Quadro 2 traz os capítulos correspondentes aos valores mínimos e máximos da produtividade implícita em cada segmento. Pretende-se com isso, saber se o indicador de produtividade apresenta alguma relação com o grau de elaboração tecnológica.

**QUADRO 2**  
**Setores correspondentes aos valores mínimos e máximos da Prody**

Setores (1)	Mínimo	Máximo
Primários	Carvão e lenha	Outras fibras têxteis, brutas ou trabalhadas
Intensivos em trabalho	Cortiça manufaturada	Tecidos de fibras sintéticas ou artificiais
Baixa intensidade	Ferro, ferro-gusa, esponja de ferro	Trilhos e material para vias férreas
Média intensidade	Equipamentos para distribuição elétrica	Papel, máquinas para fabricação de papel e celulose
Alta intensidade	Desinfetantes, inseticidas, fungicidas e herbicidas	Relógios

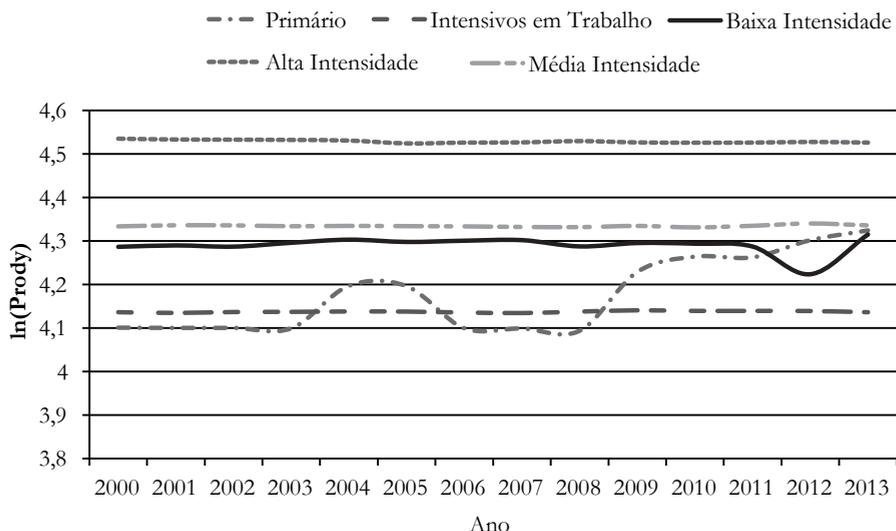
**Fonte:** UN Comtrade. Cálculos realizados pelo autor.

(1) Classificação UNCTAD (2002).

O capítulo de carvão e lenha apresenta a menor produtividade, já que, de fato, não possui processamento tecnológico, enquanto o segmento de fibras têxteis tem algum grau de processamento tecnológico. O mesmo parece ocorrer nos demais setores: no segmento de alta intensidade o setor de produtos inseticidas apresentou menor índice, enquanto o de relógios registrou a maior produtividade. Este último setor tem como principal produtor a Suíça, país de elevada renda *per capita*. Os resultados obtidos mostram uma perda de sofisticação das exportações brasileiras ao longo dos anos.

O Gráfico 4 traz a evolução da produtividade nos setores primário, intensivo em trabalho, baixa, média e alta intensidade tecnológica, sendo possível identificar os segmentos que mais contribuíram para essa perda de sofisticação.

**GRÁFICO 4**  
**Evolução da produtividade (Prody) das exportações brasileiras para o resto do mundo, segundo setores 2000-2013**



Fonte: UN Comtrade. Cálculos realizados pelo autor.

A produtividade apresenta um comportamento estável em quase todos os setores no período analisado, com exceção do primário, que mostra uma evolução oscilatória com tendência crescente no período recente. O segmento de baixa intensidade registrou pequena oscilação entre 2011 e 2013.

## 4.2 Sofisticação por grupos de renda

As análises envolvendo a classificação dos bens por intensidade tecnológica não consideram as disparidades entre países com diferentes níveis de desenvolvimento e, portanto, não levam em conta a variabilidade de comportamentos em termos de P&D setoriais existente entre os países. As economias desenvolvidas, em geral, possuem maior número de setores em que se especializam. No caso de um país em desenvolvimento, deve-se esperar menor nível médio de esforço tecnológico

e comportamento muito mais homogêneo entre os setores. (FURTADO; CARVALHO, 2005).

Para considerar essas diferenças, a amostra de países foi dividida em dois grupos: os desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento. Pretende-se comparar os resultados dos dois grupos, o que permite também saber se os mesmos dão suporte às preocupações de Lall et al. (2005) em relação às possíveis diferenças significativas entre o nível tecnológico de um mesmo bem localizado em países diferentes. A produção de alguns bens localizados em países mais ricos utiliza mais tecnologia do que o mesmo setor situado em países mais pobres, o que representa significativa deficiência do indicador da OCDE, esteja que não considera essas disparidades. Para avaliar tal proposição, calculamos dois valores para a Prody, um com base no grupo de países desenvolvidos e outro para aqueles em desenvolvimento. Posteriormente, a sofisticação das exportações brasileiras foi calculada acarretando dois conjuntos de resultados.

De posse dos resultados da produtividade implícita para os dois grupos de países, foi realizado um teste básico, no sentido de verificar se é possível utilizar a produtividade da cesta de bens dos países desenvolvidos como *proxy* para os países em desenvolvimento, observando se a ordenação por nível de produtividade é a mesma para os dois grupos de países. Uma das formas utilizadas em econometria para testar isso baseia-se na análise da correlação entre as variáveis. Caso estas estejam significativamente correlacionadas, então é possível que uma delas seja usada em substituição da outra. Assim, foi calculada a correlação entre as Prody para os dois grupos de países, em cada segmento, cujos resultados são apresentados na Tabela 2.

**TABELA 2**  
**Correlação entre os índices de produtividade implícita dos dois**  
**grupos de países, segundo setores**  
**2003-2005**

<b>Setores (1)</b>	<b>Correlação</b>
Primários	-0,02
Intensivos em trabalho	0,20
Baixa intensidade	0,28
Média intensidade	-0,07
Alta intensidade	0,25

**Fonte:** UN Comtrade. Cálculos realizados pelo autor.

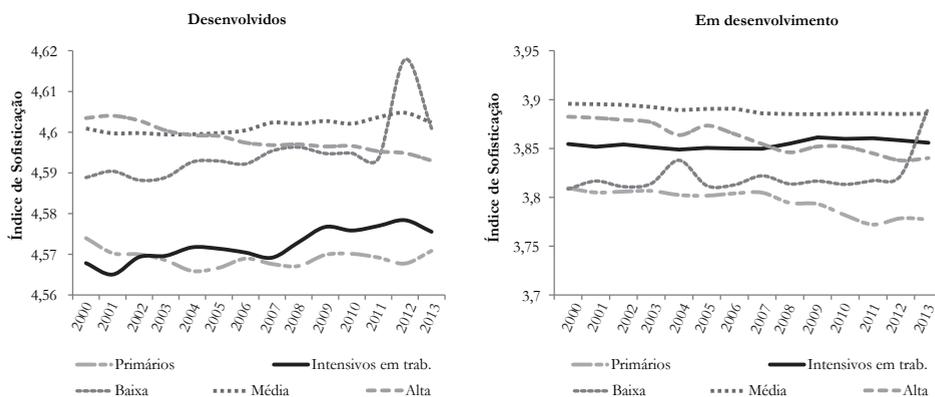
(1) Classificação UNCTAD (2002).

**Nota:** Todos os resultados foram estatisticamente significantes a 5%.

A relação entre os dois grupos é fraca, chegando a ser negativa para os setores primários e de média intensidade tecnológica. Logo, de acordo com o critério da correlação, não é possível usar a Prody dos países desenvolvidos como *proxy* para aqueles em desenvolvimento. Para analisar mais a fundo esses resultados obtidos, o segundo passo foi mensurar o índice de sofisticação das exportações brasileiras utilizando os dois conjuntos de dados obtidos para a Prody. Seguindo a metodologia apresentada na seção 3 deste trabalho, o indicador de sofisticação (Expy) para o grupo I (países desenvolvidos) e para o grupo II (países em desenvolvimento) foi calculado com base na equação (3), utilizando, porém, os dois conjuntos de Prody obtidos.

Os resultados dos indicadores de sofisticação das exportações brasileiras, assim obtidos, mostram-se superiores quando se considera para o cálculo da Prody o grupo de países desenvolvidos. Tal fato é esperado, já que o cálculo do índice de produtividade está baseado na renda *per capita*, que, no caso deste grupo de países, é maior – ver equação (2). Assim, a presente análise não se deteve na comparação dos valores absolutos, pois o que queremos é verificar se há diferenças significativas na ordenação dos setores. Para suavizar os resultados, foi aplicado o logaritmo em cada valor. A evolução do índice de sofisticação das exportações é apresentada no Gráfico 5.

**GRÁFICO 5**  
**Evolução do índice de sofisticação das exportações brasileiras**  
**desagregadas, segundo grupos de países e setores**  
**2000-2013**



Fonte: UN Comtrade. Cálculos realizados pelo autor.

Os resultados mostram padrões distintos de comportamento. O indicador de sofisticação obtido com base na amostra de países em desenvolvimento apresenta um comportamento mais homogêneo. Já quando considerado o indicador baseado na produtividade implícita dos países desenvolvidos, percebe-se afastamento mais evidente na sofisticação dos setores primário e intensivo em trabalho em relação aos demais. Esse comportamento parece corroborar as conclusões de Furtado e Carvalho (2005). Segundo os autores, os países mais desenvolvidos se especializam em um maior número de setores do que os menos desenvolvidos; no caso de um país em desenvolvimento, deve-se esperar um menor nível médio de esforço tecnológico e um comportamento mais homogêneo entre os setores.

O setor primário registrou os menores índices, quando considerado o grupo de países em desenvolvimento, seguindo uma tendência decrescente a partir de 2008. Para o segundo grupo, nota-se também redução, mas o comportamento é mais oscilante, com curtos períodos de queda e posterior crescimento que impediram a evolução satisfatória da sofisticação. No geral, percebe-se que as disparidades na sofisticação dos bens produzidos pelo setor primário e intensivo em trabalho em relação aos demais são intensificadas quando consideramos a amostra de países desenvolvidos, mostrando comportamento mais heterogêneo entre os setores. Como observado anteriormente, os setores de países em desenvolvimento apresentam comportamento mais homogêneo e os resultados expostos parecem confirmar essa afirmação.

A evolução do segmento de baixa intensidade nos dois grupos foi relativamente similar; no entanto, o grupo de países em desenvolvimento mostrou crescimento significativo em 2012, enquanto o de países desenvolvidos registrou queda expressiva nesse ano. O setor com maiores índices de sofisticação foi o de média intensidade, ultrapassando o segmento considerado de alta intensidade tecnológica pela classificação da OCDE. Assim, pode-se dizer que este gera os maiores efeitos de encadeamento para o país. O setor de alta intensidade teve um comportamento declinante nas duas análises, apresentando valores bem próximos ao segmento de baixa intensidade no período de 2007 a 2011. A Tabela 3 traz um resumo dos resultados para a produtividade segundo os dois grupos de países.

Os resultados mostram-se coerentes com a ordenação da OCDE, mas é possível perceber que a distância entre os dois primeiros setores e os demais acentua-se no grupo de países desenvolvidos. Observando-se a última coluna da Tabela 3, percebe-se que esse grupo também apresenta variabilidade crescente à medida que a intensidade tecnológica aumenta, o que pode estar relacionado ao fato de esses países produzirem grande variedade de bens, desde bens de pouco processamento

tecnológico até bens altamente processados dentro de cada categoria. Já nos setores primário e intensivo em baixa tecnologia a produção é mais homogênea.

**TABELA 3**  
**Resumo dos resultados para a produtividade, segundo grupo de países e setores**  
**2003-2005**

Grupos de países e setores (1)	Número de produtos	Mínimo	Máximo	Média	Variância (em milhões)
<b>Países desenvolvidos</b>					
Primários	77	15647	35708	22474	11,57
Intensivos em trabalho	34	27392	50837	27495	25,46
Baixa tecnologia	42	36850	46081	39776	21,99
Média tecnologia	35	33317	48048	39894	37,07
Alta tecnologia	19	22438	62663	49008	43,11
<b>Países em desenvolvimento</b>					
Primários	77	3105	14002	6088	21,34
Intensivos em trabalho	34	3989	16694	6682	25,31
Baixa tecnologia	42	4605	14172	6739	21,35
Média tecnologia	35	4558	15102	7518	29,34
Alta tecnologia	19	5014	17543	8332	23,97

Fonte: UN Comtrade. Cálculos realizados pelo autor.

(1) Classificação UNCTAD (2002).

A comparação entre os índices de sofisticação permite concluir que os dois grupos de países apresentam comportamentos distintos, o que corrobora a baixa correlação entre as produtividades dos dois grupos de países. Foi possível também confirmar a maior homogeneidade entre os setores de países em desenvolvimento. Assim, como afirma Lall et al. (2005), há grande variabilidade no grau de complexidade tecnológico entre setores de países com diferentes níveis de desenvolvimento.

### 4.3 Ajustamento para a qualidade

A qualidade constitui um fenômeno complexo e não existe definição geral aceita que se adapte a cada finalidade e a todas as complexidades de uma economia. Como definição de trabalho, um produto de alta qualidade pode ser descrito como um “bem que possui uma ou mais características que são valorizadas pelos compradores”. As características que aumentam a disposição a pagar podem ser fisicamente

mensuráveis, como velocidade, capacidade, tamanho e durabilidade; ou elas podem ser intangíveis, como a confiança na marca.

A evidência empírica mostra que os índices de sofisticação refletem, em certo grau, o conteúdo tecnológico das exportações.<sup>5</sup> No entanto, segundo alguns autores, esse indicador não captura uma importante dimensão da sofisticação: a variação na qualidade dos bens. Schott (2008) argumenta que as diferenças nos preços dos bens sinalizam diferenças de qualidade. O autor define a sofisticação relacionada com a qualidade do produto como “sofisticação dentro do produto”, em contraste com a “sofisticação através do produto” medida pelo índice de sofisticação.

Xu (2010) mostra que o preço do mesmo produto varia consideravelmente de acordo com o país de origem. Em 1996, segundo o autor, havia 26 países exportadores da seção “Conjuntos de aparelhos telefônicos sem fio” (HS = 8517110000) para o mercado americano com preço médio de 49 dólares. Entre os principais exportadores estão a China, que exportou 11,3 milhões de conjuntos a um preço médio de US\$ 44, as Filipinas, com uma exportação de 9,2 milhões de conjuntos a US\$ 38, a Malásia com 5,5 milhões de conjuntos exportados ao preço de US\$ 55, e o Japão que exportou 463.274 conjuntos por um preço médio unitário de US\$ 117.

Esses dados ilustram a expressiva variabilidade nos preços de um mesmo bem entre países, o que muitos autores têm atribuído às diferenças de qualidade entre os mesmos. No entanto, como pode ser observado na penúltima coluna da Tabela 3, o indicador de produtividade (Prody) habitual resultará em um mesmo valor, independentemente dessas características. Quando consideramos as disparidades de preço como reflexo de diferentes níveis de qualidade, o indicador de produtividade capta essas diferenças, em que os bens com maior preço estão associados a maiores níveis de produtividade.

Para medir a qualidade “dentro do produto”, Xu (2010) construiu o seguinte índice de preço:

$$q_{iJ} = \frac{p_{iJ}}{\sum_{j \in J} (\mu_{ij} p_{ij})} \quad (4)$$

Em que:

$p_{ij}$  é o preço do bem  $i$  exportado pelo país  $j$ .

5 Ver Xu (2010).

O denominador é a média ponderada dos preços do bem  $i$ , exportado por todos os  $J$  países, sendo  $\mu_{ij}$  a participação das exportações do bem  $i$  pelo país  $j$  no total exportado do bem  $i$ , o que reflete a importância relativa do país  $j$  nas exportações desse bem.

Xu (2010) mostra que, para um mesmo produto, há correlação positiva entre preço de exportação de um país e sua renda *per capita*. Esses resultados confirmam a hipótese de que países ricos exportam produtos de maior qualidade e os países pobres em geral exportam bens de qualidade inferior. Dada a importância da qualidade, o autor incorpora os preços dos produtos (como *proxy* para qualidade) nas medidas de sofisticação. Para isso, é acrescentado um multiplicador de qualidade que ajusta o índice de produtividade (Prody), definido pela seguinte expressão:

$$QPRODY_{ij} = (q_{ij})^{\theta} \times PRODY_i \quad (5)$$

Em que:

$(q_{ij})^{\theta}$  representa o multiplicador de qualidade;

$\theta$  é o parâmetro que mede o grau de ajuste de qualidade, onde  $\theta = 0$  representa nenhum ajuste para a qualidade.

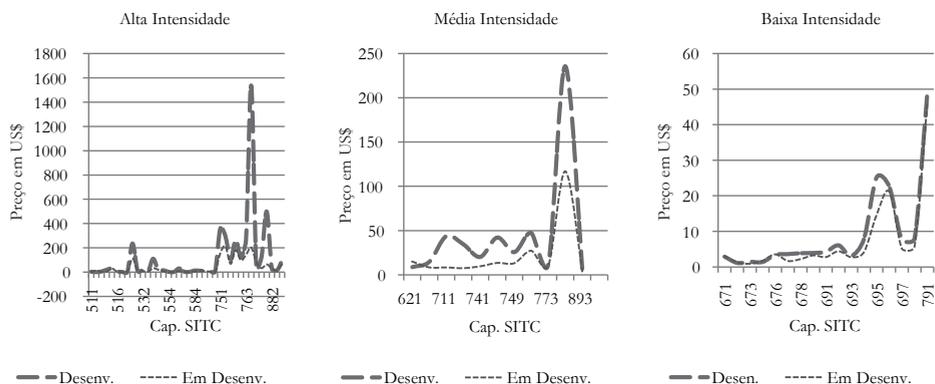
O ajuste para a qualidade foi aplicado aos resultados da Prody analisados anteriormente, sendo que os preços foram obtidos com base na relação entre valor e quantidade. Houve redução na amostra, pois, para alguns dos capítulos, não foi fornecida a quantidade relacionada, tornando impossível o cálculo do preço. O Gráfico 6 apresenta um resumo dos resultados relativos ao preço para os países desenvolvidos e em desenvolvimento.

No setor de alta tecnologia, a maior diferença de preços é na seção de aeronaves, peças e equipamentos associados, sendo que a expressiva distância dos preços pode ser explicada pelo fato de a produção, na maior parte dos países em desenvolvimento, se restringir às partes do produto final (aeronaves), enquanto nos países desenvolvidos é larga a produção de aeronaves altamente sofisticadas. No segmento de média intensidade, o maior diferencial de preços é no setor de aparelhos médicos e, no de baixa intensidade, isso ocorre no segmento de ferramentas manuais ou para uso em máquinas.

De posse dos dados relativos ao preço, foi possível calcular a Prody ajustada para a qualidade. Dada a limitação dos dados, os cálculos foram realizados apenas para os setores de baixa, média e alta intensidade tecnológica e, em decorrência dessa

limitação, também houve redução no número de setores analisados dentro de cada categoria. Os resultados obtidos estão resumidos na Tabela 4.

**GRÁFICO 6**  
Preço médio das exportações brasileiras, segundo capítulos da SITC  
2010-2012



Fonte: UN Comtrade. Cálculos realizados pelo autor.

**TABELA 4**  
Produtividade implícita das exportações brasileiras, segundo grupos de países e setores  
2010-2012

Grupos de países e setores	Número de Produtos	Mínimo	Máximo	Média
<b>Países desenvolvidos</b>				
Alta tecnologia	34	10.900	12.135.114	5.241.114
Média tecnologia	14	8.330	437.899	127.809
Baixa tecnologia	18	980	216.019	101.992
<b>Países em desenvolvimento</b>				
Alta tecnologia	34	2.033	1.201.064	495.762
Média tecnologia	14	1.566	215.923	54.511
Baixa tecnologia	18	85	54.115	18.779

Fonte: UN Comtrade. Cálculos realizados pelo autor.

Observa-se, para os dois grupos de países, que a produtividade média em cada categoria é decrescente segundo a intensidade tecnológica, sendo maior em alta tecnologia e menor nos bens de baixa intensidade tecnológica. Comparando esses resultados com os obtidos antes do ajuste,<sup>6</sup> nota-se que a ordenação entre os setores

6 Ver Tabela 3.

ficou mais evidente, ressaltando as diferenças tecnológicas e de qualidade entre os setores, e os valores mínimos tiveram uma expressiva redução nos dois grupos, sendo mais evidente no segmento de baixa intensidade tecnológica. Com o ajuste também houve aumento dos valores máximos, o que foi mais expressivo nos segmentos de alta intensidade tecnológica.

## 5. Conclusões

No presente trabalho foi analisado o nível de processamento tecnológico das exportações brasileiras para o período recente, fazendo uso do índice de sofisticação proposto por Hausmann et al. (2007). Foram feitos ajustamentos no referido índice a fim de levar em conta a qualidade dos produtos, conforme sugerido por Xu (2010).

A produtividade média em cada categoria de produtos, obtida com base na metodologia de Hausmann et al. (2007), mostrou-se decrescente segundo a intensidade tecnológica, sendo maior no segmento de alta tecnologia e menor nos bens intensivos em recursos naturais. O indicador de sofisticação para as exportações brasileiras agregadas destinadas ao resto do mundo apresentou uma leve trajetória crescente a partir de 2003, seguida por um período de queda. No geral, os resultados mostram uma perda de sofisticação ao longo dos anos analisados. Realizando uma análise desagregada, foi possível constatar algumas diferenças entre setores. O aumento de produtividade mais notável ocorreu no setor de bens primários, o comportamento mais estável se deu no segmento de baixa intensidade tecnológica e os demais setores apresentaram desempenho bastante oscilatório, com tendência decrescente no período recente.

Ao dividir a amostra de países em dois grupos de renda – países desenvolvidos e países em desenvolvimento –, concluiu-se que não é possível usar a Prody dos países desenvolvidos como *proxy* para aqueles em desenvolvimento. Os resultados da sofisticação desagregada obtidos por grupos de renda mostram-se coerentes com a literatura internacional e a classificação proposta pela OCDE, mas percebe-se que a distância entre os setores menos intensivos em tecnologia (primários e intensivos em trabalho) e os demais setores se torna mais acentuada no grupo de países desenvolvidos. Esse grupo também apresenta variabilidade crescente à medida que a intensidade tecnológica aumenta.

Por fim, o índice de sofisticação das exportações brasileiras foi ajustado a fim de levar em conta as diferenças de qualidade dos produtos, conforme proposto por Xu (2010). Feito esse ajustamento, a ordenação entre os setores ficou mais evidente,

ressaltando as diferenças tecnológicas e de qualidade entre os setores, com os valores mínimos de produtividade registrando expressiva redução nos dois grupos de países considerados, sendo mais evidente no segmento de baixa intensidade tecnológica. Com o ajuste também houve aumento dos valores máximos da produtividade implícita das exportações brasileiras, mostrando-se mais expressivo no segmento de alta intensidade tecnológica.

No geral, podemos concluir que a sofisticação das exportações brasileiras vem se deteriorando ao longo dos anos, em especial no segmento de alta intensidade tecnológica. Também foi possível constatar que, de fato, há diferenças significativas entre os setores de países com níveis de renda diferentes. Os países em desenvolvimento mostram um comportamento mais homogêneo do índice de sofisticação das exportações brasileiras entre os setores do que os países desenvolvidos.

O indicador de sofisticação das exportações apresentado neste trabalho fornece uma nova maneira de analisar os padrões de comércio e a competitividade da economia. Esse indicador tem vantagem sobre taxonomias existentes que classificam os produtos de acordo com as características da indústria e não fornecem informações em nível desagregado. A grande vantagem do indicador de sofisticação aqui discutida é que ele pode ser calculado a qualquer nível de detalhe desejado e para qualquer período, desde que se disponha da informação requerida para sua mensuração. Logo, torna-se uma opção adicional para as análises setoriais sobre comércio. Os resultados sugerem que essa nova metodologia pode dar bons resultados quando for de interesse um estudo mais detalhado da intensidade tecnológica da estrutura de produção. No entanto, deve-se ressaltar que, como qualquer outro indicador, ele possui suas limitações. A principal delas está relacionada à qualidade dos dados e variáveis *proxy* utilizadas para realizar os cálculos do indicador. Assim, as conclusões deste trabalho devem ser vistas com a devida cautela. A realização de estudos futuros nesta área utilizando uma base de dados mais aprimorada para um período de tempo maior do que o aqui considerado poderá melhorar os resultados e confirmar ou refutar as conclusões aqui apresentadas.

## Referências bibliográficas

- BALASSA, B. Trade liberalization and revealed comparative advantage. *The Manchester School*, v. 33, n. 2, p. 99-123, 1965.
- DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. *The economics of technical change and international trade*. Londres: Harvester Wheatsheaf, 1990.
- FURTADO, A.; CARVALHO, R. *Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n. 1, p. 70-84, 2005.
- GRIMALDI, D. *Padrão de sofisticação exportados e crescimento na economia brasileira: uma abordagem em equilíbrio geral computável*. 2011, 74 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade de São Paulo –USP, São Paulo, 2011.
- HAUSMANN, R.; KLINGER, B. *Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space*. Cambridge, MA: Harvard University, 2008 (Working paper, n. 128).
- HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. What you export matters. *Journal of Economic Growth*, v. 12, p. 1-25, 2007.
- HAUSMANN, R.; HIDALGO, C. A. *Country diversification, product ubiquity, and economic divergence*. Cambridge, MA: Harvard University, 2010 (Working paper, n. 201).
- KUME, H.; PIANI, G.; MIRANDA, P. *O grau de sofisticação relativa das exportações brasileiras: 1996-2007*. Brasília: Ipea, 2012 (Texto para discussão n. 1792).
- LALL, S.; WEISS, J.; ZHANG, J. K. The “sophistication” of export: a new trade measure. *World Development*, v. 34, n. 2, p. 222-237, 2005.
- POSNER, M. V. International trade and technical change. *Oxford Economic Papers*, v. 13, n. 3, p. 323-341, 1961.
- RICARDO, D. *On the principles of political economy and taxation*. London: J. Murray, 1817.
- RODRIK, D. What is so special about China’s Exports? *China & World Economy*, v. 14, n. 5, p. 1-19, 2006.
- SCHOTT, P. The relative sophistication of Chinese exports. *Economic Policy*, v. 1, p. 5-49, 2008.
- UNCTAD – United Nations Conference on Trade and Development. Growth and classification of world merchandise. *Trade and development report*. New York e Geneva: United Nations, 2002.

UNITED NATIONS. *UN Comtrade Database*. –Disponível em: <<http://comtrade.un.org/data/>>. Acesso em: 22 jun. 2014.

VAN ASSCHE, A.; GANGNES, B. *Electronics production upgrading: is China exceptional?* Montreal: Centre Interuniversitaire de Recherche en Analyse des Organisations – Cirano, 2007 (Série Scientifique, Scientific Series, n. 16).

VERNON, R. International investment and international trade in the product cycle. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 80, n. 2, p. 190-207, May 1966.

XU, B. The sophistication of exports: is China special? *China Economic Review*, v. 21, n. 3, p. 482-493, 2010.

WORLD BANK. *Trade outcomes indicator*. Disponível em: <[http://wits.worldbank.org/trade\\_outcomes.html](http://wits.worldbank.org/trade_outcomes.html)>. Acesso em: 05 jun. 2014.

