

## **A EVOLUÇÃO DA PAUTA EXPORTADORA DO BRASIL E DE MINAS GERAIS SOB A ABORDAGEM DA COMPLEXIDADE ENTRE 2000 E 2013**

### **The evolution of the export list of Brazil and Minas Gerais under the approach of complexity between 2000 and 2013**

**Helder Lara Ferreira Filho**

Economista. Mestre pelo programa de pós-graduação em Economia no Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar/UFMG). Belo Horizonte/MG. helder.laferf@gmail.com

**Jefferson Souza Fraga**

Economista. Doutorando pelo Cedeplar/UFMG. jsfraga@yahoo.com.br

**Breno Filipe Oliveira Cabido**

Economista. Mestrando pelo Cedeplar/UFMG. brenocabido@yahoo.com.br

---

**Resumo:** O objetivo deste artigo é analisar a pauta de exportação do Brasil e de Minas Gerais sob a Abordagem da Complexidade. Além da análise setorial, verifica-se o espaço dos produtos brasileiro e mineiro, com enfoque no conceito de Vantagem Comparativa Revelada, e também no Índice de Complexidade Econômica. A partir disso, observa-se que a pauta exportadora de ambos tem ficado mais concentrada em poucos produtos e de menor intensidade tecnológica; ambos têm se situado predominantemente na periferia do Espaço do Produto e precisam traçar estratégias no sentido de desenvolver novas capacitações e aprimorar as já existentes.

**Palavras-chave:** Indústria; Complexidade; Brasil; Minas Gerais; Vantagem Comparativa Revelada; Capacitações.

**Abstract:** The objective of this paper is to analyse Brazil's and Minas Gerais' list of exports under Complexity Approach. Apart from sectorial analysis, we verified the Product Space brasileiro and mineiro, focusing on the concept of Revealed Comparative Advantage, and also the Economic Complexity Index. From that, we observe that their list of exports have become more concentrated in less products, and with minor technology intensity; they have been situated predominantly in the periphery of the Product Space; the country and the state will have to trace strategies in the sense of developing new capabilities and improving the ones already established.

**Key-words:** Industry; Complexity; Brazil; Minas Gerais; Revealed Comparative Advantage; Capabilities.

## 1 Introdução

O desenvolvimento econômico de um país ou de uma região é influenciado pelo seu nível de industrialização, sendo o setor impulsionador de inovações e de produtividade. Inclusive, a participação industrial no total de gastos privados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) é a mais substancial – Alemanha e Coreia do Sul com 89%, China com 87% e Estados Unidos com 67% (LA-PLANE, 2015). Szirmai (2012) enumera as vantagens da indústria em relação aos outros setores da economia: há uma relação empírica entre o grau de industrialização e o desenvolvimento dos países emergentes; o setor manufatureiro possui maior produtividade e maiores taxas de crescimento de produtividade; a indústria tende a ter mais possibilidades de acumulação de capital, o que propicia a aceleração do crescimento; há oportunidades de economias de escala, algo que a agricultura e os serviços têm em menor quantidade; os efeitos de transbordamento (*spillover*) e de encadeamento (para frente e para trás) são mais intensos com a indústria. Nesse sentido, a teoria da complexidade é uma boa abordagem para se analisar a intensidade tecnológica presente nas exportações de uma região, o que influenciaria as inovações e a produtividade da economia.

Além da apreciação acerca do Brasil como um todo, optou-se também por verificar mais profundamente o estado de Minas Gerais, por ser um dos estados mais representativos do Brasil, devido à heterogeneidade social, econômica, geográfica e histórica entre suas mesorregiões. Essa grande diversificação pode ser um fator dificultador – no sentido institucional, de infraestrutura e geográfico – de seu próprio desenvolvimento.

A questão fundamental é se o Brasil e Minas Gerais têm obtido evolução ou regressão de sua estrutura produtiva em termos de sofisticação tecnológica e se alcançaram um nível de complexidade suficiente para seu desenvolvimento. E, se realmente a complexidade importa, o que caberia ao Estado fazer para atingir um nível de complexidade satisfatório.

O artigo foi dividido em seis seções, incluindo esta introdução e a de referências. A segunda seção amplia a discussão teórica sobre complexidade de produto e da economia como um todo, além de fazer observações com respeito ao Sistema Nacional

de Inovação (SNI), com especial atenção para sua relevância no processo de progresso tecnológico, e o papel da indústria nesse aspecto. A terceira seção diz respeito à metodologia empregada durante o artigo. A quarta seção, realiza uma análise do Brasil e de Minas Gerais, por meio da observação da pauta exportadora do país e do estado, com gráficos de participação setorial e do Espaço do Produto. Além disso, apresentam-se argumentos sobre a relevância da complexidade para determinada região, os seus benefícios, e algumas das variáveis que podem ser determinantes para a elevação da complexidade. Para isso, escolhemos três momentos distintos da economia brasileira, os anos 2000, 2008 e 2013. Por fim, na quinta seção, explicitam-se as principais conclusões do artigo.

## 2 Abordagem da complexidade

### 2.1 A complexidade e o desenvolvimento econômico

A abordagem da complexidade leva em consideração a importância da industrialização para o desenvolvimento econômico de um país ou uma região. De fato, a industrialização cria externalidades que levam à aceleração do crescimento econômico (HIDALGO et al., 2007). E os exportadores de bens intensivos em tecnologia tendem a se desenvolver mais, uma vez que possuem, em geral, melhores recursos técnicos e habilidades, o que implicam em mais rápida absorção de novas tecnologias (LALL; WEISS; ZHANG, 2006). Na verdade, ocorre que os países que se especializam em produtos que os países ricos exportam – bens com maior produtividade – tendem a crescer mais rapidamente (HAUSMANN; HWANG; RODRIK, 2007).

Há duas teorias aceitas para explicar o padrão de especialização de determinado país. A primeira, com base no modelo Heckscher-Ohlin, defende a proporção relativa entre os fatores de produção, dentre eles a educação, as instituições e a infraestrutura. Assim, os países pobres tendem a se especializar em produtos intensivos em trabalho pouco qualificado e em terra, enquanto os ricos especializam-se em bens que necessitam de infraestrutura, capital humano qualificado, boas instituições. A segunda enfatiza as diferenças tecnológicas, no entanto, tem que ser acompanhada com outra teoria que explique essas diferenças e sua evolução (HIDALGO et al., 2007)

Nesse contexto, tem-se a ideia, em Hidalgo et al. (2007), que, se dois bens precisam de infraestrutura, de instituições, de tecnologia semelhantes (ou outros atributos), esses tendem a ser produzidos juntos, enquanto os que se diferenciam nos requisitos, sua produção conjunta é menos provável. A medida para verificar o nível de similaridade entre os produtos se baseia na probabilidade condicional de haver Vantagem Comparativa Revelada (RCA, *Revealed Comparative Advantage*) em um determinado bem, considerando que há vantagem em um outro bem, em certo ponto do tempo. O RCA está presente em Balassa (1965), sendo que, quando o RCA é maior do que 1, o país ou região é um exportador eficaz de certo bem, porém, quando é menor do que 1, não é um exportador efetivo.

Desse modo, obtém-se um mapa em que são mostradas essas relações entre os pares de produtos, o que nos permite analisar a evolução da estrutura produtiva. Esse é justamente o Espaço do Produto, definido em Hidalgo et al. (2007), que representa os produtos exportados no mundo e os produtos interligados em relação às capacidades requeridas.

Como salientam Hidalgo e Hausmann (2009), Adam Smith já mostrava que a riqueza tem relação com a divisão do trabalho, sendo que a especialização eleva a eficiência econômica, indicando, mesmo que de forma incipiente, que a diversificação produtiva e a complexidade advinda das interações entre as diferentes atividades interferem no desenvolvimento econômico. Sendo assim, Hidalgo e Hausmann (2009) explicam que há uma relação entre o crescimento de um país e seu nível de complexidade; esta, por sua vez, pode ser verificada analisando-se as exportações do país, que seriam consequências de determinada estrutura produtiva do país. Para demonstrar isso, os autores utilizam o Método das Reflexões – que será mais detalhado na seção referente à metodologia.

Hidalgo e Hausmann (2009) medem a complexidade do produto e da economia como um todo. Para verificar isso, é analisada a pauta de exportações de um país, sendo observados dois critérios, a diversificação e a ubiquidade. O primeiro critério leva em consideração a quantidade de bens que detêm Vantagem Comparativa Revelada. Já o segundo critério observa o número de países que exporta determinado bem. O país, portanto, será mais complexo quando tem uma pauta de exportação mais

diversificada, enquanto o produto será mais complexo caso não haja tantos países o exportando.

Em outras palavras, como lembram Felipe et al. (2012), se um país exporta certo produto, possui um conjunto de capacidades específicas para tal. Logo, se um país é mais diversificado, tem mais capacidades. Ao mesmo tempo, se um produto é menos ubíquo, significa que requer capacidades mais exclusivas. No entanto, exemplificam Felipe et al. (2012), uma barragem é feita de vários produtos que definitivamente não são complexos (tijolos, argamassa etc.), mas o que a faz uma estrutura complexa são seus materiais especiais, seus altos custos e seus conhecimentos sofisticados.

A falta de interligação entre os produtos produzidos por determinada região pode dificultar mudanças na sua estrutura produtiva e a convergência para os níveis de renda dos países ricos. A conclusão de Hidalgo et al. (2007) é que os países pobres tendem a se localizar na “periferia” do Espaço do Produto, em que mudanças para novos produtos são difíceis de ocorrer. Além disso, existe grande dificuldade em realizar mudanças na estrutura produtiva, principalmente se há a necessidade de grandes saltos. No entanto, é a possibilidade de se chegar a qualquer ponto do Espaço do Produto que propicia a convergência econômica. Hidalgo e Hausmann (2009) acrescentam que a complexidade econômica pode predizer os tipos de produtos que serão desenvolvidos no futuro no país, que dependerão do nível de certas capacidades.

Além disso, há uma relação entre a complexidade econômica do país e seu nível de renda, e também com seu crescimento futuro. De fato, utilizando a metodologia de Hidalgo e Hausmann (2009), Felipe et al. (2012) encontram que os 10 produtos mais complexos (maquinaria, produtos químicos etc.) são exportados majoritariamente por economias de renda elevada e que os 10 produtos menos complexos (madeira, produtos agrícolas etc.) são exportados predominantemente por países de renda média ou baixa. Hidalgo e Hausmann (2011) também mostram que há uma relação não linear entre o número de capacidades de um país e o número de produtos produzidos por ele. Além disso, mostram que países com poucas capacidades tendem a ter poucos incentivos para desenvolver novas, situação que poderia deixá-los em uma espécie de armadilha de menor desenvolvimento econômico.

O problema é que o conhecimento está concentrado em poucos países altamente industrializados, que estão constantemente melhorando suas tecnologias, enquanto os outros países estão atrasados, apesar das maiores possibilidades de transferências tecnológicas – pelo aumento do comércio, das comunicações, dos investimentos externos diretos, das políticas públicas promovendo a cooperação e outros canais (ARCHIBUGI; COCO, 2004).

Na mesma linha do termo complexidade, Lall, Weiss e Zhang (2006) propõem o conceito de sofisticação, sendo que quanto maior a sofisticação de um produto, maior é a renda média do seu exportador. Dentre os fatores que determinam a localização da produção dos produtos para serem exportados estão a tecnologia, o marketing, a logística e a proximidade, a fragmentabilidade, a informação e a familiaridade, os recursos naturais, a infraestrutura e a organização da cadeia de valor. A localização das exportações tem grande inércia, o que demonstra, mais uma vez, a dificuldade de se modificar a estrutura produtiva do país. O Brasil se concentra no nível de sofisticação mais baixo, como minério de ferro, calçado e produtos alimentícios, mas tem alguma atividade no nível mais alto 1, por conta dos carros e aeronaves.

## 2.2 O Sistema Nacional de Inovação (SNI)

Como afirmado anteriormente e reforçado por Kaplinsky (1998), o conhecimento e a expansão das fronteiras tecnológicas estão concentrados em poucos países, sendo o setor industrial o motor desse processo. Uma das características dessas nações é a presença de um Sistema Nacional de Inovação (SNI) maduro e capaz de impulsionar as inovações.

Na segunda metade da década de 1970, um projeto coordenado por Freeman demonstrou a relevância das instituições privadas e governamentais, a partir de trabalhos empíricos, sob o processo de inovação de produtos ou processos (COSTA, 2013). Nesse cenário, surge o conceito de SNI. Segundo Albuquerque (1996, p. 57):

Sistema nacional de inovação é uma construção institucional, produto de uma ação planejada e consciente ou de um somatório de decisões não planejadas e desarticuladas, que impulsiona o progresso tecnológico em economias capitalistas complexas. Através da construção desse sistema de inovação viabiliza-se a realização de fluxos

de informação necessária ao processo de inovação tecnológica. (...) Esses arranjos institucionais envolvem as firmas, redes de interação entre empresas, agências governamentais, universidade, institutos de pesquisa, laboratórios de empresas, atividades de cientistas e engenheiros. Arranjos institucionais que se articulam com o sistema educacional, com o setor industrial e empresarial, e também com as instituições financeiras, completando o circuito dos agentes que são responsáveis pela geração, implementação e difusão das inovações.

Sabe-se que o SNI brasileiro pode ser descrito como não maduro e, no caso de Minas Gerais, é tão incipiente que talvez nem faça sentido falar de Sistema de Inovação. A institucionalização, na prática, do SNI brasileiro ocorreu há pouco tempo (por volta de 60 anos), se comparada com outros países. O Brasil foi o último país da América Latina a ter um sistema de nível superior. Na verdade, apenas após a Segunda Guerra Mundial é que a expansão do conhecimento e da tecnologia foi identificado como essencial ao desenvolvimento nacional. De fato, verifica-se que existe uma associação entre renda *per capita* e indicadores de produção científico-tecnológica, quais sejam, o número de patentes por milhão de habitantes e a quantidade anual de artigos por milhão de habitantes (ALBUQUERQUE, 2009; CASSIOLATO; SZAPIRO; LASTRES, 2015).

Dentre as principais iniciativas adotadas pelo governo federal ao longo dos anos, podem-se destacar: a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), criados para organizar e financiar a pesquisa e a pós-graduação; instituições de P&D em áreas estratégicas, como o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) em 1949, o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), em 1950. Centros de pesquisas nas estatais nos anos 60 também foram criados, entre os de maior destaque, o Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes), da Petrobras, e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD), da Telebrás. Também se destaca a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), de 1973, além da instalação de centros de pesquisa tecnológica em diferentes estados seguindo o modelo do Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT) de São Paulo. (CASSIOLATO; SZAPIRO; LASTRES, 2015).

Com o objetivo de direcionar recursos financeiros para o desenvolvimento científico e tecnológico foi criado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDE) em 1952, o Fundo Tecnológico (Fundtec), não exclusivamente, mas principalmente com a criação de programas de pesquisa e pós-graduação em universidades públicas e institutos de pesquisa. Outra mudança institucional ocorreu com a instauração da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), em 1967, uma agência do Ministério do Planejamento, a qual atuava em estudos de viabilidade, a exemplo de um banco de desenvolvimento de ciência e tecnologia. Em 1971, teve suas funções ampliadas, tornou-se uma Secretaria Executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), este último criado em 1969 com recurso federal para desenvolver capacidades científicas e tecnológicas. Cassiolato, Szapiro e Lastres (2015), ainda destacam que, ao longo da década de 1970, foram criados cerca de 800 novos cursos de mestrado e doutorado, sendo que, no início dos anos 1990, ultrapassaram pouco mais de mil, contemplando diversas áreas.

Em 1985, foi criado o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), que iniciou programas de recursos humanos nas novas áreas de tecnologia da informação, biotecnologia e materiais avançados. Já em 1999, o MCT estabeleceu seu plano de inovação seguindo três caminhos: (a) incentivos para o desenvolvimento tecnológico e inovação nas empresas; (b) incentivos para a criação de infraestrutura de C&T; e (c) incentivos para novas empresas de base tecnológica.

O comportamento das empresas nacionais nesse contexto de desenvolvimento do SNI brasileiro apresentou-se, em grande medida, com baixos níveis de atividades internas de P&D e incipientes ligações com institutos de pesquisa industrial e universidades, mesmo após a criação de um grande número de institutos de P&D e de engenharia públicos, criadas pelas empresas públicas ao longo dos anos 1970. Já as transnacionais tendencialmente não possuem laboratórios de P&D nos países em que há apenas subsidiárias. Particularmente, no caso brasileiro, as filiais dessas grandes empresas globais, com poucas exceções, somente buscam se inserir no mercado interno nacional (às vezes, também em outros países da América do Sul). Assim, há pouco espaço financeiro e decisivo por parte dessas firmas subsidiárias para

desenvolver grandes esforços de inovação no país (LAPLANE, 2015).

Vale destacar, também, a importância do financiamento para o desenvolvimento industrial e científico. Dessa forma, a relevância do sistema financeiro para impulsionar os investimentos e a sustentabilidade das firmas é incontestável. Mas, as dificuldades de se guiar preferências diversas que circundam o capital financeiro e produtivo é um ponto bem mais complicado em se tratando de investimentos voltados à inovação tecnológica. Isso porque o processo inovativo possui uma série de particularidades que tende a reduzir a oferta de financiamento, como o elevado nível de incerteza em todo processo de criação e desenvolvimento do produto; a criação de ativos intangíveis de difícil mensuração e de longa maturação; a indivisibilidade do conhecimento; a dificuldade de apropriação privada dos benefícios; e a elevada assimetria de informação entre o ofertante de crédito e o demandante (NAKAMURA, 1999; CHRISTENSEN, 1992 apud RAPINI; ROCHA, 2014).

Conforme De Melo (2009), uma empresa pode recorrer a fontes distintas para financiar seus programas de investimento, através de: 1) reinversão dos lucros retidos (autofinanciamento); 2) emissão de ações (captação de recursos dos acionistas ou com o público); 3) emissão de títulos financeiros (mecanismos de financiamento direto); 4) empréstimos bancários (mecanismos de financiamento indireto). Analisando essas possibilidades, a utilização do sistema financeiro convencional (a partir das linhas normais de crédito) é bem restrita. Segundo Corder e Salles Filho (2005), quando ocorre, normalmente é por meio de linhas de crédito especiais, com custos reduzidos e prazos dilatados, geralmente subsidiadas. Outra possibilidade é a partir do mercado de capitais, contudo, apenas em locais em que esteja desenvolvido. Outra alternativa poderia ser, também, por recursos próprios, porém apenas as empresas de grande porte têm essa capacidade.

Vale dizer que, no Brasil, as dificuldades são maiores, conforme De Melo (2005), para que haja um ambiente favorável ao investimento em inovação. A taxa de juros básica elevada por muito tempo leva os agentes econômicos a terem preferências por aplicações financeiras em títulos públicos, que possuem menor risco. A taxa de câmbio, por vezes apreciada e volátil, traz mais incertezas para os projetos de inovação, além das já intrínsecas a eles.

Diante de tudo isso, percebe-se que os mecanismos e instrumentos postos à disposição da promoção da inovação não alcançaram uma interação efetiva entre os atores, ocorrendo apenas o fortalecimento da infraestrutura de pesquisa no país<sup>1</sup>. E a ausência de sinergia entre a continuidade da política no que diz respeito à C&T é um dos principais entraves para a consolidação do SNI.

Ribeiro et al. (2006), ao comparar SNI entre países, identificaram o “efeito rainha vermelha” para o caso brasileiro, ou seja, o crescimento da produção científica e tecnológica desde a década de 1980 tem sido suficiente apenas para manter o Brasil na mesma distância do grupo dos países mais avançados, ou seja, o Brasil corre para ficar no mesmo lugar. Para Albuquerque (2009), este diagnóstico de estagnação relativa no cenário internacional indica o fracasso das políticas econômicas das últimas décadas, que poderiam ser classificadas, segundo o autor, como políticas de “inserção passiva” na ordem econômica internacional.

### 3 Metodologia

A metodologia de análise da complexidade na pauta de exportações tem base em Hidalgo et al. (2007) e em Hidalgo e Hausmann (2009). A ideia básica do primeiro artigo é que produtos que requerem uma determinada qualidade de instituições, infraestrutura, tecnologia, fatores físicos ou alguma combinação desses fatores tendem a ser produzidos no mesmo espaço. A do segundo é que os diferentes bens produzidos em um ente dependem do tipo, da diversidade e da exclusividade das capacidades disponíveis. Logo, ao observar os bens exportados, segundo sua diversidade e exclusividade, determina-se o nível de complexidade de uma economia.

A medida de similaridade entre os produtos  $i$  e  $j$ , utilizada em Hidalgo et al. (2007), é baseada na probabilidade condicional de haver Vantagem Comparativa Revelada (*Revealed Comparative Advantage* – RCA), e mede se um país ou região é um exportador eficaz de um dado produto  $i$  ( $RCA > 1$ ) ou não ( $RCA < 1$ ), dado que o ente país ou a região tem vantagem comparativa no bem  $j$ , em um tempo  $t$ , e vice-versa, conforme a equação (1):

$$\varphi_{i,j,t} = \min \left\{ P(RCA_{i,t} / RCA_{j,t}), P(RCA_{j,t} / RCA_{i,t}) \right\} \quad (1)$$

O RCA, desenvolvido em Balassa (1965), é um índice que compara as exportações (em unidades monetárias) da região de interesse em relação a uma área de referência, por exemplo, o mundo. Sendo assim, o RCA de determinado bem para Minas Gerais, no caso, é construído a partir da divisão entre: a) as exportações do bem por Minas Gerais em relação ao total das exportações de Minas Gerais; b) as exportações do bem no mundo em relação ao total das exportações mundiais, tal como ocorre na equação (2) abaixo, onde  $c$  é o ente (país ou estado) e  $i$  o produto:

$$RCA_c = \frac{\frac{xval_c}{\sum_i xval_c}}{\frac{\sum_c xval_c}{\sum_i \sum_c xval_c}} \quad (2)$$

Assim, forma-se uma matriz de proximidade revelada entre todos os pares de produtos, que será justamente o Espaço do Produto. Os bens, em Hausmann, Hwang e Rodrik (2007), são divididos de acordo com a *Standardized International Trade Code* no nível de 4 dígitos (SITC-4), facilmente encontrados no site *Comtrade*, das Nações Unidas. Mas, também há a possibilidade de se fragmentar os produtos pelo *Harmonized System* (HS) no nível de 4 dígitos, como Hidalgo e Hausmann (2009) fizeram, e utilizamos no caso do Brasil e de Minas Gerais, através de dados da Secex (Secretaria de Comércio Exterior).

O outro aspecto relevante é o nível de complexidade (ou sofisticação) dos produtos exportados e mesmo a complexidade econômica da região de interesse (Brasil e Minas Gerais). Em Hidalgo e Hausmann (2009), utiliza-se o método das reflexões para se medir a complexidade nas duas situações. Este método leva em consideração os dados do comércio, com relevância ao conjunto de países e aos bens exportados por eles com vantagem comparativa revelada. Sendo assim, a diversificação é definida como o número de produtos com vantagem comparativa revelada e a ubiquidade (conceito acerca do nível de presença de certo produto

<sup>1</sup> Cassiolato et al. (2015); Cassiolato e Lastres (2005; 2014); Cassiolato, Lastres e Soares (2013); Cassiolato et al. (2013); Koeller (2009).

nas pautas de exportações dos países ou regiões) como o número de países que exportam o produto com vantagem comparativa revelada. Portanto, a diversificação e ubiquidade são, respectivamente, as medidas de complexidade de um país e de um bem. Dessa maneira, temos que, caso um produto seja exportado por mais países, ele tem mais ubiquidade e é menos complexo; por outro lado, caso um país ou região exporte mais produtos, ele tem mais diversificação e é mais complexo. Nesse sentido, podemos perceber que um país com mais diversidade produtiva tem mais capacitações e, também, que um produto com menor ubiquidade requer capacitações mais exclusivas. A complexidade pode, então, ser do produto ou da região.

A equação (3) de diversificação ( $K_{c,0}$ ), em que  $c$  é o ente (país ou o estado),  $p$  o produto e  $M_{cp} = 1$ , se o país  $c$  exporta o produto  $p$  com vantagem comparativa revelada ( $RCA > 1$ ), ou:  $M_{cp} = 0$ , caso contrário ( $RCA < 1$ ):

$$K_{c,0} = \sum_{p=1}^{N_p} M_p \quad (3)$$

E a equação (4) de ubiquidade ( $K_{p,0}$ ):

$$K_{p,0} = \sum_{c=1}^N M_p \quad (4)$$

A partir disso, calcula-se conjuntamente e iterativamente o valor médio da medida mostrada acima. As iterações seguintes tornam as medidas de complexidade melhores, ao integrar as iterações anteriores. E isso ocorre a seguir, equações (5) e (6), sendo  $n$  o número de iterações:

$$K_{c,n} = \frac{1}{K_{c,0}} \sum_{p=1}^{N_p} M_p K_{p,n-1} \quad (5)$$

$$K_{p,n} = \frac{1}{K_{p,0}} \sum_{c=1}^{N_c} M_p K_{c,n-1} \quad (6)$$

As equações acima sofrem iterações até não se captar mais informações com uma iteração a mais. Para cada país ou região, as iterações ( $k_{c,0}$ ,  $k_{c,2}$ ,  $k_{c,4}$ , ...) são medidas de diversificação e ( $k_{c,1}$ ,  $k_{c,3}$ ,  $k_{c,5}$ , ...) medidas de ubiquidade das exportações. De maneira similar, para cada produto as iterações ( $k_{p,0}$ ,  $k_{p,2}$ ,  $k_{p,4}$ , ...) têm relação com a ubiquidade do produto e de produtos relacionados, e ( $k_{p,1}$ ,  $k_{p,3}$ ,  $k_{p,5}$ , ...) têm relação com a diversificação dos países que exportam o produto. Portanto, com o número de iterações crescente, os indicadores convergem para uma média.

## 4 Os casos de Brasil e de Minas Gerais

Como já destacado, a localização das exportações tem grande inércia, configurando-se entrave à modificação da estrutura produtiva. Especificamente no Brasil, o nível de sofisticação da produção ou sua intensidade tecnológica se concentra em baixo e médio. No entanto, a organização da produção do setor automotivo e aeronáutico apresenta a maior sofisticação.

A partir dessas características, será analisada a evolução das exportações do país e de Minas Gerais a partir dos anos 2000 sob a ótica da complexidade. A escolha dos anos – 2000, 2008 e 2013 – visa fazer uma comparação da participação entre setores em três momentos econômicos distintos do país, a saber, um período inicial em que a estabilidade se consolidava (2000), um momento em que a economia brasileira vivia o fim de um ciclo virtuoso de crescimento devido à crise do *sub-prime* (2008) e, por fim, um período mais recente (2013).

### 4.1 A evolução da participação dos diversos setores na pauta de exportações do Brasil e seu espaço do produto

A Tabela 1 apresenta os setores que serão analisados nos próximos gráficos e um resumo da evolução de suas participações nos três anos.

Tabela 1 – Tabela de exportação do Brasil (2000-2008-2013)

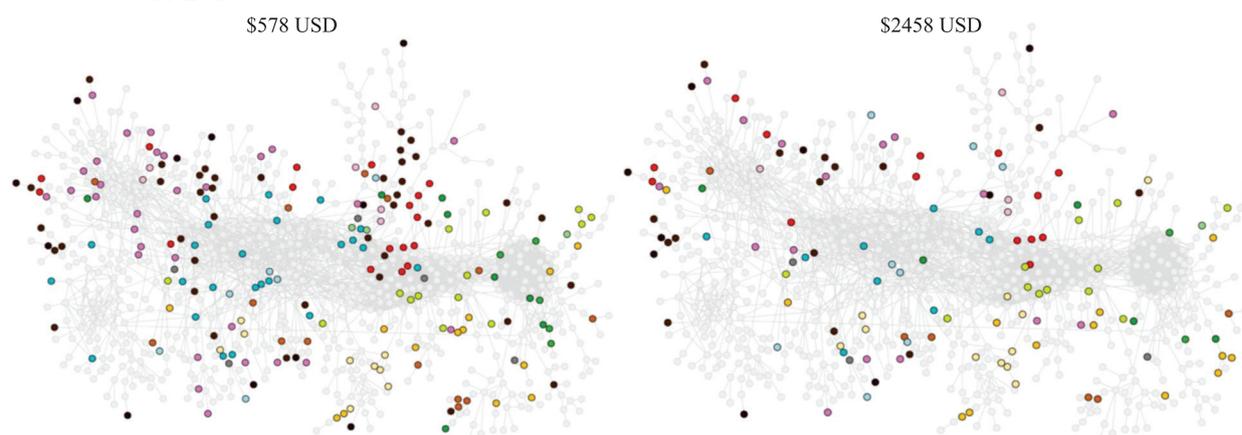
	2000	2008	2013		2000	2008	2013		2000	2008	2013
Produtos de madeira	2,68%	1,40%	0,83%	Gêneros alimentícios	11,27%	10,98%	12,50%	Metais Preciosos	1,03%	0,78%	1,32%
Produtos minerais	8,07%	19,29%	22,18%	Armas e munições	0,13%	0,13%	0,15%	Produtos químicos	5,67%	4,79%	4,61%
Metais	11,20%	10,29%	6,11%	Calçados chapéus e semelhantes	2,94%	1,03%	0,52%	Instrumentos	0,65%	0,42%	0,38%
Artigos de pedra e outros materiais	1,44%	0,96%	0,79%	Peles e couros de animais	1,50%	1,03%	1,08%	Plásticos e borracha	3,14%	2,51%	2,31%
Derivados vegetais e animais	0,85%	1,51%	0,76%	Artigos têxteis	2,22%	1,23%	0,98%	Não especificado	1,95%	2,44%	1,99%
Artigos de papel	4,67%	2,98%	3,00%	Transportes	14,62%	11,31%	10,97%	Artigos diversos	1,16%	0,67%	0,40%
Produtos de origem vegetal	7,91%	9,38%	14,91%	Máquinas	13,36%	9,82%	7,28%				
Produtos de origem animal	3,52%	7,06%	6,87%	Artes e antiguidades	0,00%	0,01%	0,05%				

Fonte: elaborado pelos autores com base no Atlas of Complexity (2015).

Entre 2000 e 2013, o volume de exportações se ampliou de 57 bilhões para 245 bilhões de dólares. Vale destacar que os produtos de menor intensidade tecnológica tenderam a ganhar participação na pauta exportadora brasileira e, por outro lado, os bens de maior sofisticação perderam espaço. Os setores que tiveram maiores ganhos de participação foram Produtos Minerais (11,2% para 22,18%), Produtos de Origem Vegetal (café e soja, por exemplo) e Animal (7,91% e 3,52% para

14,91% e 6,87%, respectivamente). Já os setores que tiveram maiores perdas foram Metais (11,2% para 6,11%), Calçados, Chapéus e semelhantes e Artigos Têxteis (2,94% e 2,22% para 0,52% e 0,98%, respectivamente), Máquinas (peças para motor, motores, etc.; 13,36% para 7,28%) e Transportes (carros, caminhões e peças, por exemplo; 14,62% para 10,97%). Abaixo se pode verificar a evolução da estrutura produtiva brasileira a partir do Espaço do Produto do Brasil.

Figura 1 – Espaço do Produto do Brasil de 2000 e de 2013<sup>2</sup>



Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados do Atlas of Complexity (2015).

2 O Gráfico do Espaço do Produto com Realce do RCA apresenta os setores em que o RCA é maior do que 1, ou seja, o país ou a região tem vantagem comparativa revelada na exportação do produto daquele setor, em relação aos outros países.

Verifica-se, no Espaço do Produto brasileiro de 2000, que há maior diversidade de setores que possuem vantagem comparativa revelada ( $RCA > 1$ ). Na figura relativa ao ano de 2013, ao contrário, essa diversificação se reduz. Em termos comparativos, a primeira figura (2000) apresenta setores em mais áreas do Espaço do Produto, notadamente em seu centro, local em que se aglomeram os se-

tores de maior nível de complexidade. Em 2013, há maior concentração na periferia do Espaço do Produto, no caso, o local em que se aglomeram os setores de menor complexidade. Ou seja, nesse período, o Brasil perdeu competitividade em diversos setores e, principalmente, naqueles de maior sofisticação tecnológica.

#### 4.2 A evolução da participação dos diversos setores na pauta de exportações de Minas Gerais e seu espaço do produto

Abaixo, a Tabela 2 apresenta a participação dos setores entre os anos analisados para o estado de Minas Gerais. Em primeiro lugar, é importante observar que as exportações aumentaram de maneira expressiva: 6,7 bilhões, em 2000, para 24,5 bilhões de dólares, em 2008, e para \$33,4 bilhões, em 2013, principalmente com os ganhos nos termos de troca que ocorreram no período. Pode-se

verificar que os setores que tiveram sua participação aumentada são de menor teor tecnológico, tais como, Produtos Minerais, Produtos de Origem Vegetal e Animal, Gêneros Alimentícios (farelo de soja, extrato de café, açúcar in natura, etc.) e Metais Preciosos. Por outro lado, setores mais intensivos tecnologicamente como Transportes, Maquinário, Artigos Têxteis e Produtos Químicos tiveram sua participação reduzida.

Destaca-se o aumento expressivo da participação relativa dos Produtos Minerais, notadamente a partir de 2008 (período em que se inicia a crise mundial), explicado em grande parte pela elevação da demanda chinesa por esse produto e pela queda da demanda mundial por outros bens. No entanto, os setores de Transportes e Artigos Têxteis apresentam queda que é explicada pela redução da demanda externa por esses produtos, principalmente pela Europa para aqueles e pelos Estados Unidos para estes.

Tabela 2 – Tabela de exportação de Minas Gerais (2000-2008-2013)

	2000	2008	2013		2000	2008	2013		2000	2008	2013
 Produtos de madeira	0,08%	0,00%	0,00%	 Gêneros alimentícios	1,28%	2,91%	4,43%	 Metais Preciosos	3,22%	2,93%	4,84%
 Produtos minerais	25,42%	29,95%	49,53%	 Armas e munições	0,09%	0,00%	0,00%	 Produtos químicos	3,50%	2,79%	2,78%
 Metais	24,82%	27,24%	12,80%	 Calçados, chapéus e semelhantes	0,00%	0,00%	0,06%	 Instrumentos	0,49%	0,38%	0,24%
 Artigos de pedra e outros materiais	1,31%	0,97%	0,56%	 Peles e couros de animais	0,69%	0,33%	0,38%	 Plásticos e borracha	0,90%	0,31%	0,20%
 Derivados vegetais e animais	0,13%	0,00%	0,00%	 Artigos têxteis	0,90%	0,69%	0,23%	 Não especificado	0,03%	0,00%	0,00%
 Artigos de papel	5,51%	2,50%	1,86%	 Transportes	9,76%	7,66%	3,98%	 Artigos diversos	0,19%	0,12%	0,00%
 Produtos de origem vegetal	16,10%	13,32%	11,98%	 Máquinas	4,84%	3,66%	2,76%				
 Produtos de origem animal	0,67%	3,77%	2,95%	 Artes e antiguidades	0,00%	0,00%	0,00%				

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados da DataViva (2014), Secex (2014).

As principais especializações econômicas e industriais do estado no início dos anos 2000 eram: a) indústria extrativa mineral; b) metalúrgica e siderúrgica; c) agropecuária; d) máquinas e transportes. Portanto, com a concentração da produção tecnológica em setores com baixo teor tecnológico, à exceção do item (d). Em 2008, percebe-se que já havia uma especialização maior da pauta de exportações em produtos de menor intensidade tecnológica, sendo que setores como o de Transportes e Máquinas perderam participação.

Com a crise de 2008, o processo de especialização da pauta em produtos de baixo teor tecnológico se potencializou, como se vê no setor de Produtos Minerais, que passou de participação de 29,95% para 49,53%. E, conseqüentemente, outros setores com maior complexidade tiveram sua participação reduzida, como Transportes, passando de 7,66% para 3,98%. Assim, aparentemente houve uma queda da diversificação produtiva.

A partir de agora, será analisado o Espaço do Produto de Minas Gerais, também para os anos enfocados de 2000, 2008 e 2013. Os gráficos na se-

quência mostram o nível de complexidade em uma escala em que quanto mais vivo o vermelho, menos complexo é o setor, e quanto mais vivo o verde, mais complexo é o setor. O acinzentado representa valores de complexidade próximos de zero, ou seja, entre o menos complexo e o mais complexo.

O Espaço do Produto de Minas Gerais no ano 2000, como se pode observar na Figura 2, apresenta majoritariamente setores com menor complexidade. Além disso, embora existam alguns setores com complexidade mais elevada, esses têm participação relativa e valores absolutos pequenos. No momento em que se realça o RCA, na Figura 3, vê-se que são poucos os setores que têm RCA maior do que 1. Pode-se ressaltar, dentre os menos complexos (mais vermelhos), o minério de ferro (24,62% de participação da pauta de exportação), o café (14,72%) e ferro-ligas (5,04%). Já entre os

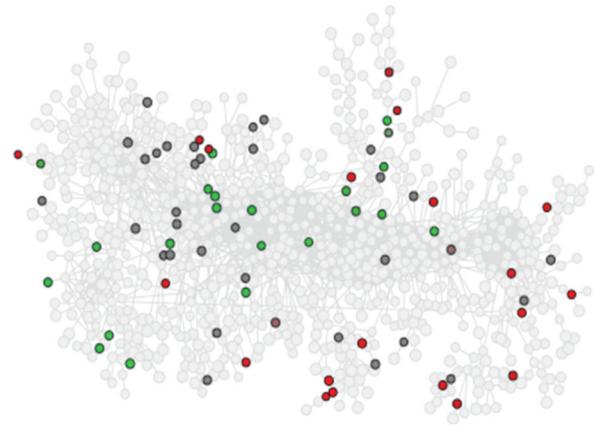
setores mais complexos (mais verdes) estão carros (5,34%), pastas químicas de madeira à soda ou sulfato (5,5%) e caminhões de carga (3,07%).

No ano de 2008, pode-se perceber, a partir da Figura 4, que a estrutura do Espaço do Produto de Minas não modificou tanto em relação a 2000, ou seja, continuamos com um predomínio de setores com menor complexidade. Na Figura 5, com o realce do RCA, verificamos que o número de setores com o RCA maior do que 1 parece ter aumentado. Entre os menos complexos, podemos apontar o minério de ferro (29,07%), o café (12,27%), ferro-ligas (7,2%) e o ferro fundido (5,2%). Entre os mais complexos, destacam-se carros (5,31%), peças para veículos (1,14%), tubos de ferro e aço (0,86%) e motores de ignição por compressão (0,48%).

Figuras 2 e 3 – Espaço do Produto de Minas Gerais (2000)



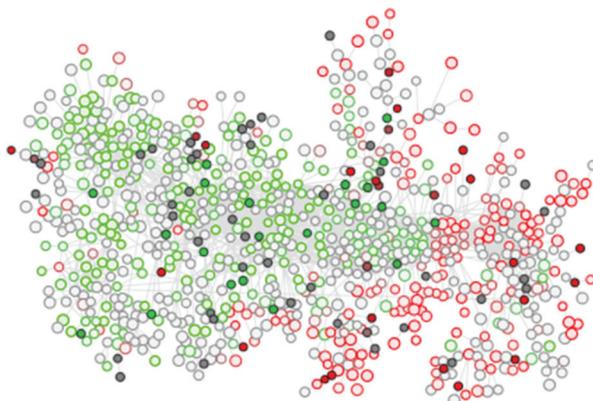
**Figura 2 – Sem realce RCA**



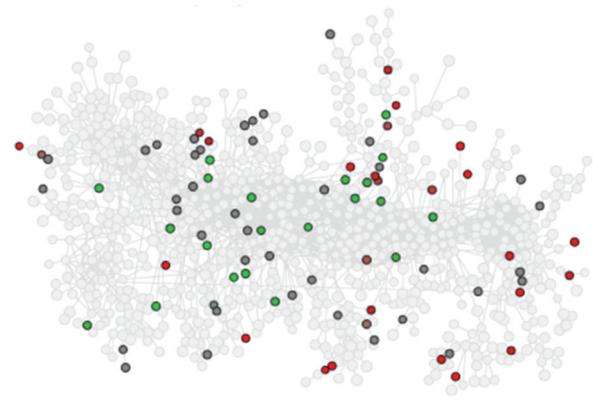
**Figura 3 – Com realce RCA**

Fonte: elaboradas pelos autores com base nos dados da DataViva (2014), Secex (2014).

Figuras 4 e 5 – Espaço do Produto de Minas Gerais (2008)



**Figura 4 – Sem realce RCA**



**Figura 5 – Com realce RCA**

Fonte: elaboradas pelos autores com base nos dados da DataViva (2014), Secex (2014).

Na Figura 6, a seguir, percebe-se que vários setores perderam em valor absoluto de exportação<sup>3</sup>. Além disso, a quantidade dos setores menos complexos se elevou, enquanto a de setores mais complexos permaneceu relativamente a mesma. Ao se observar a Figura 7, com realce do RCA, vemos que os setores com RCA maior do que 1 diminuíram em quantidade. Entre os setores menos

Figuras 6 e 7 – Espaço do Produto de Minas Gerais (2013)

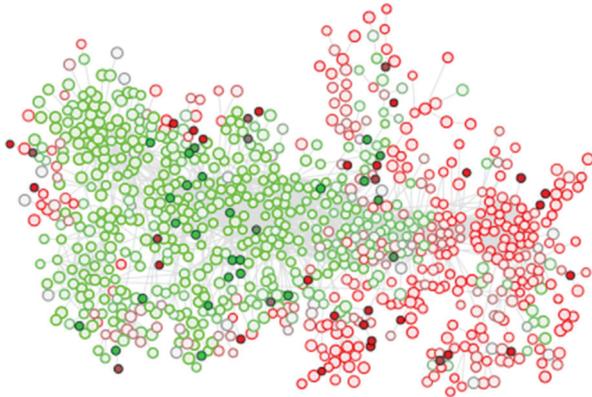


Figura 6 – Sem realce RCA

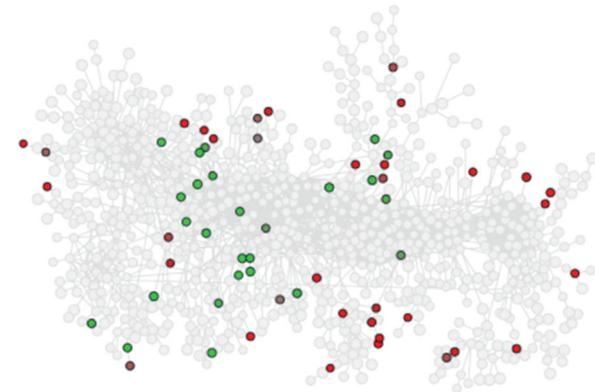


Figura 7 – Com realce RCA

Fonte: elaboradas pelos autores com base nos dados da DataViva (2014), Secex (2014).

Além disso, nos gráficos dos anos 2000, 2008 e 2013, pode-se verificar que as exportações mineiras estão majoritariamente na periferia do Espaço do Produto, longe do centro, onde estariam os produtos de maior complexidade, e que formam *clusters* mais densos. Isto também ocorre para o caso brasileiro, o que parece indicar que o país e o estado não possuem as capacitações necessárias para a produção em escala significativa de bens mais complexos. Inclusive, parece que as capacitações dos dois entes podem ter regredido relativamente aos outros países, visto que o número de setores com vantagem comparativa revelada se reduziu no período analisado. A partir de agora, faz sentido pensar na relação entre complexidade econômica e desenvolvimento, e, além disso, nas possíveis explicações para a regressão no nível de sofisticação tecnológica demonstrada tanto para o Brasil quanto para Minas Gerais.

### 4.3 A complexidade econômica, a relação com o crescimento e as capacitações

Como visto anteriormente, a complexidade econômica do país ou da região é determinada

<sup>3</sup> Na Figura 6, alguns setores ficaram com as cores “mais fracas”, o que significa que diminuiu o valor de exportação do setor.

complexos, temos, por exemplo, o minério de ferro (48,25%), o café (9,25%), ferro-ligas (5,02%), ouro (4,49%) e açúcar *in natura* (3,77%). Dentre os mais complexos, destacam-se carros (1,58%), tubos de ferro ou aço (1,72%), caminhões de carga (1,23%) e peças para veículos (0,96%).

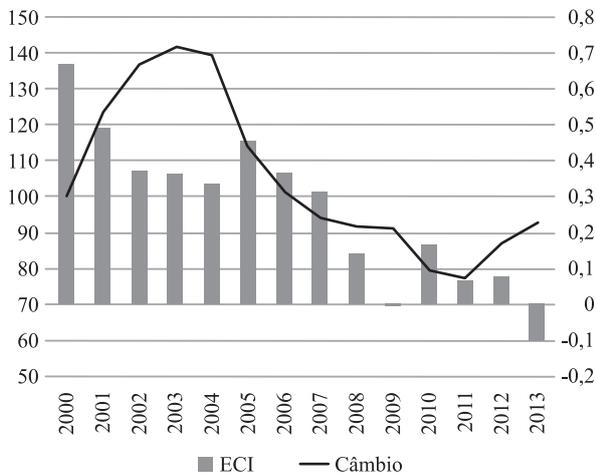
pela diversificação da sua pauta exportadora e da ubiquidade dos produtos exportados. A seguir, no Gráfico 1, a evolução da complexidade econômica do Brasil (eixo direito) e a taxa de câmbio real efetiva, deflacionada pelo IPCA (eixo esquerdo, 2000 = 100) no período analisado.

Como se vê, a complexidade econômica do Brasil teve uma significativa queda ao longo do tempo, sendo que em 2000 estava em 0,67, tendo contínua diminuição até 2004, chegando a 0,33. Depois de leve recuperação em 2005, quando a complexidade chegou a 0,45, o índice volta a sua tendência de queda, inclusive chegando a valores negativos em 2013 com -0,1. Sendo assim, verifica-se uma regressão na qualidade da pauta exportadora brasileira, ou seja, a sofisticação tecnológica contida nas exportações nacionais vem se reduzindo ao longo do período analisado.

Em relação ao câmbio, percebe-se que houve, entre 2000 e 2004, uma desvalorização de cerca de 40%. A partir desse momento, a taxa de câmbio começa a se apreciar, chegando a 2011 com 80% de valorização em relação a 2004. Entre 2011 e 2013, houve uma leve recuperação, com desvalorização de 15%, mas insuficiente para chegar nos níveis de 2004. Esse movimento é influenciado

fortemente pelo ciclo de valorização das *commodities*, intensificado a partir de 2004.

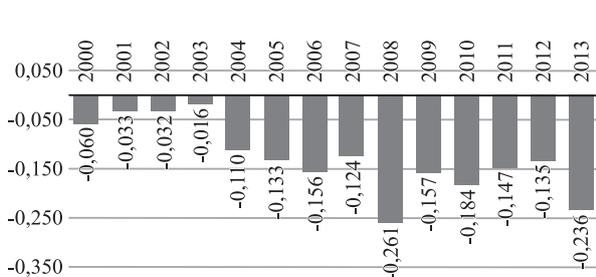
Gráfico 1 – Taxa de câmbio real efetiva (2000=100) e complexidade econômica do Brasil entre 2000-2013



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados do BCB (2015) e Atlas of Complexity (2015).

Dessa forma, não se pode deixar de perceber a relação entre as quedas da complexidade e do câmbio. A literatura sobre o câmbio (RODRIK, 2008; EICHENGREEN, 2008; entre outros) demonstra a importância de se evitar a valorização cambial excessiva, uma vez que isto impactaria negativamente o setor manufatureiro que, em geral, apresenta os bens de maior complexidade. Isso não só ocorreria através da queda da lucratividade das empresas, mas também pela elevação da competição via preços dos bens importados. Como destacado anteriormente, a valorização cambial também pode prejudicar processos de inovação, elevando seus riscos e/ou inviabilizando projetos em andamento. A seguir, podemos verificar a complexidade econômica especificamente para o estado de Minas Gerais.

Gráfico 2 – Complexidade econômica de Minas Gerais entre 2000-2013<sup>4</sup>



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados do DataViva (2014) e Secex (2014).

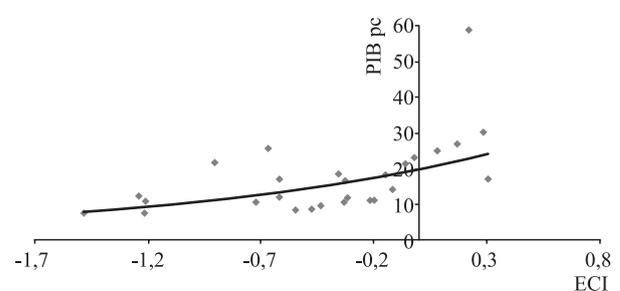
4 A complexidade econômica (ECI - *Economic Complexity Index*) já foi mostrada na seção de metodologia.

Entre 2000 e 2003, a complexidade econômica ficou perto de zero, pouco variando. A partir de 2004, até 2008, houve uma constante queda no índice, passando de -0,11 para -0,261. A partir de 2009, voltou a cair e, em 2013, chegou a -0,231. Em 2000, as exportações de Minas tinham como foco, principalmente, a Europa com 39%, a Ásia 25%, América do Norte e Central 22% e América do Sul 11%. Em 2008, a Ásia ficou com 39% das exportações, a Europa 31%, a América do Norte e Central 13% e a América do Sul 12%. Em 2013, a Ásia teve 56%, a Europa 23%, a América do Sul 9% e a América do Norte e Central 8%.

Como apontam diversos estudos<sup>5</sup>, os principais compradores de produtos mais sofisticados brasileiros são, historicamente, os Estados Unidos, a América Latina e a Europa. Por outro lado, os países asiáticos tendem a importar produtos menos complexos, notadamente minério de ferro, e produtos de origem vegetal e animal. Pode-se destacar a ascensão da China como o principal importador do Brasil, a partir de 2009. Assim, o crescimento da demanda asiática por produtos menos complexos, associado ao menor crescimento do mercado europeu e americano<sup>6</sup>, explica em parte que a pauta exportadora de Minas cada vez mais se concentre em bens menos complexos (reduzindo a diversidade). É relevante destacar que a China sempre teve cerca de 80% de suas importações de produtos mineiros ligadas a produtos minerais.

Vê-se que a complexidade econômica do país ou da região importa para o seu desenvolvimento. Dessa forma, pode-se verificar, nos próximos gráficos, tal correlação, ao relacionarmos o PIB *per capita* estadual com seu respectivo índice de complexidade.

Gráfico 3 – PIB *per capita*, em R\$1000 x ECI dos estados em 2011<sup>7</sup>



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados do DataViva (2014) e Ipeadata (2014).

5 Ver, por exemplo, Torres Filho e Puga (2009).

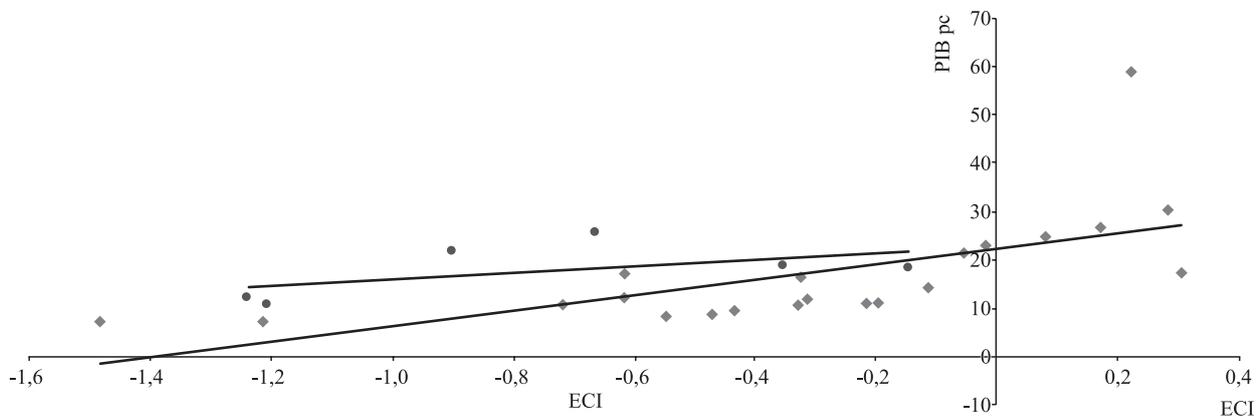
6 Já antes da crise de 2008, com a emergência dos países em desenvolvimento e, depois, com a crise econômica mundial.

7 2011 é o último ano com os dados disponíveis.

No Gráfico 3, há uma correlação positiva entre a complexidade e o PIB *per capita* entre os diferentes estados brasileiros, como esperado teoricamente. Isso reforça a importância do país ou da região em elevar a sua complexidade para que avance no seu grau de desenvolvimento, pelo me-

nos na questão relativa à renda. Minas Gerais está situada exatamente sobre linha de tendência, com o ECI de -0,14 e o PIB *per capita* de 18 mil reais. No Gráfico 4, faz-se uma distinção entre estados considerados dependentes de recursos primários<sup>8</sup> e estados menos dependentes.<sup>9</sup>

Gráfico 4 – PIB *per capita*, em R\$1000 x ECI dos estados em 2011

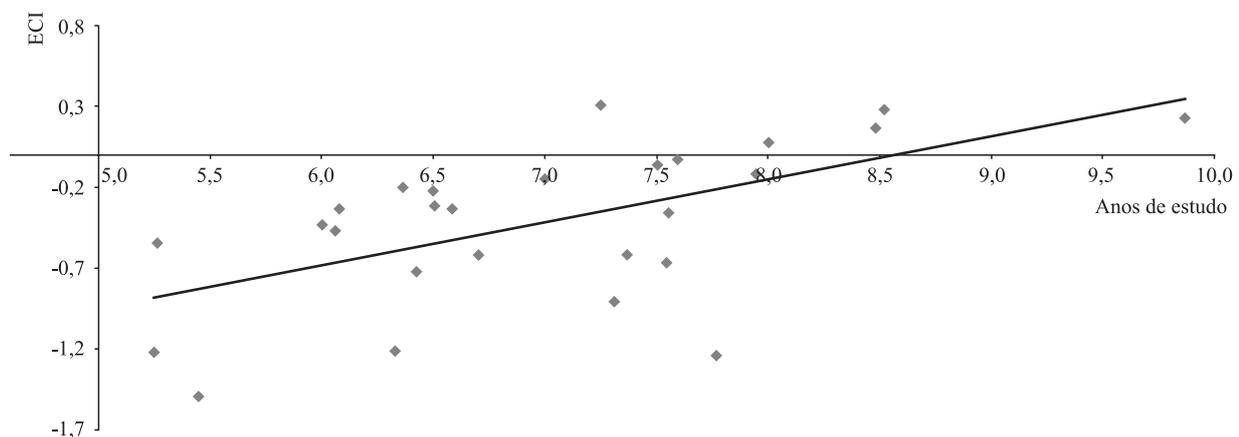


Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados do Dataviva (2014) e Ipeadata (2014).

Os estados mais dependentes (AP, ES, MG, MS, MT, PA) parecem ter um nível de renda superior ao esperado pelo seu nível de complexidade, mas, mesmo nesses estados, a complexidade é relevante, sendo que há correlação positiva entre o PIB *per capita* e o ECI. Além disso, a complexidade econômica é ainda mais relevante para os estados menos

dependentes, como se pode ver acima. Os estados, portanto, que não têm dotações de recursos naturais devem se esforçar para obter um maior nível de complexidade. Mas o que deve ser feito para que a complexidade se eleve? Parte da resposta parece estar relacionada com a qualificação das capacitações, como destacado anteriormente.

Gráfico 5 – ECI x anos de estudo dos estados em 2011



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados do Dataviva (2014) e Ipeadata (2014).

De acordo com o Gráfico 5, pode-se verificar a relação entre a complexidade econômica e a escolaridade (medida em anos de estudo). Assim, uma das capacitações que se deve observar com atenção, com o objetivo de elevar a complexidade, é a educação. A melhor qualificação desta poderia abrir novas oportunidades de diversificação de setores produtivos, antes impedidos pela ausência

de trabalhadores adequados para as possíveis funções. Mas, historicamente, a educação tem sido um problema para o país, sendo que nos exames internacionais, o Brasil tem ocupado as últimas

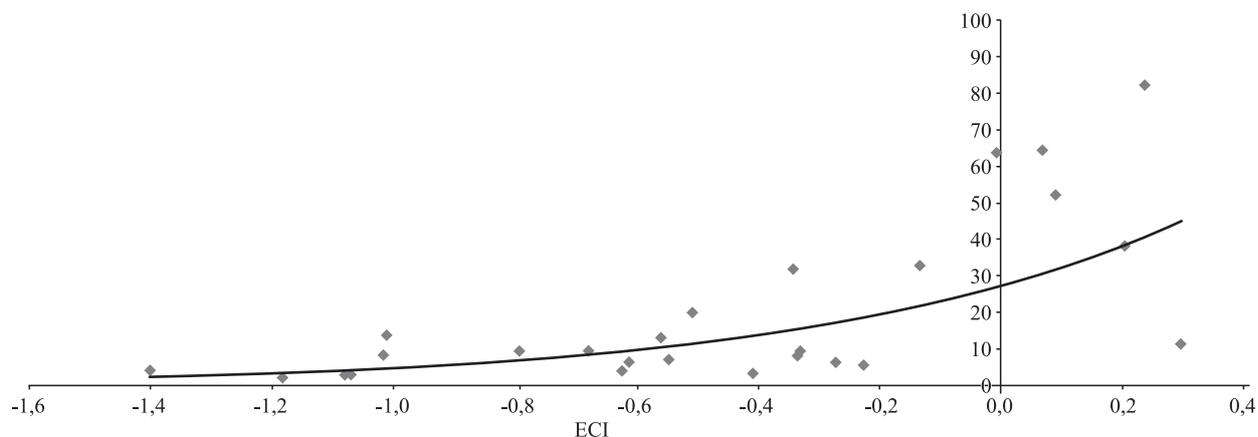
8 Exportações de recursos primários superiores a 10% do PIB do estado.

9 Exportações de recursos primários inferiores a 10% do PIB do estado.

posições – apesar da melhoria em anos mais recen-

tes. Minas Gerais, no caso, tem o ECI de -0,14 e 7 anos de estudo, em média.

Gráfico 6 – Patentes<sup>10</sup>/população, em milhões x ECI dos estados em 2012



Fonte: elaborado pelos autores com base nos dados do Dataviva (2014) e IpeaData (2014) e INPI (2014).

O Gráfico 6 também mostra a relação entre uma capacitação e o índice de complexidade. A ideia do Gráfico é estabelecer uma relação entre o nível de inovação de cada estado e sua respectiva complexidade. Novamente, há uma correlação positiva entre a inovação (representada por número de patentes a cada milhão de habitantes) e o ECI, como esperado teoricamente e já apresentado antes no artigo. Isso também ratifica a importância do processo inovativo para a evolução da complexidade econômica e, logo, para o desenvolvimento. Além disso, parece que o esforço inovativo (o número de patentes) tende a crescer à medida que a complexidade aumenta. Portanto, reforça-se a ideia de ganhar maturidade do SNI brasileiro como de fundamental importância para se ter uma maior intensidade tecnológica. Minas Gerais, no Gráfico 6, tem o ECI de -0,14 e cerca de 33 patentes para cada milhão de pessoas.

Os Gráficos 5 e 6, acerca da educação e da inovação, são apenas dois aspectos dentre as diversas capacitações que podem ser necessárias para que o país ou a região se desenvolva. Como salientam Hausmann et al. (2013, p. 29), “complexidade econômica pode não ser simples de alcançar, mas os países que conseguem isso tendem a obter importantes recompensas”.

## 5 Principais conclusões

Apesar de o volume de exportações do Brasil e de Minas Gerais ter aumentado de forma expressiva, a pauta exportadora tem se concentrado cada vez mais em poucos produtos. Particularmente, ocorre que, além disso, esses produtos têm, em geral, baixa intensidade tecnológica.

Em termos de estrutura produtiva, a brasileira e a mineira estão localizadas na periferia do Espaço do Produto, em que há menor probabilidade de exportação conjunta de vários bens com Vantagem Comparativa Revelada ( $RCA > 1$ ). Isso denota a falta de capacitações, tanto em quantidade como em qualidade, para a produção de bens mais complexos, situados, predominantemente, no centro do Espaço do Produto. Além disso, há pouquíssimos bens produzidos com RCA maior do que um, ou seja, que têm vantagem comparativa revelada – e essa situação se agrava em 2013. O nível de complexidade brasileiro e do estado mineiro é insuficiente para que haja seu pleno desenvolvimento. E a relevância da complexidade econômica foi confirmada pela relação positiva entre seu índice (ECI) e o respectivo nível de PIB *per capita* entre os estados brasileiros. Também foi mostrada a relação entre o câmbio e a complexidade do Brasil, sendo que a apreciação cambial parece ter sido um dos motivos pela regressão da estrutura produtiva nacional.

O desafio, então, é diversificar a produção, porém, simultaneamente, conseguir produzir bens cada vez mais próximos do centro do Espaço do

10 Pedidas, em média, no período 1999-2011, anterior a 2012, usado para o ECI.

Produto. Todavia, é muito difícil escapar de certa inércia da estrutura produtiva e dar grandes saltos no Espaço do Produto. Logo, o esforço deve ser, em um primeiro momento, de passar a produzir mais bens que possuam capacitações requeridas correlatas com os bens já exportados por Brasil e Minas Gerais. Em outras palavras, devem ser incentivados os setores cujos produtos tenham maior probabilidade de serem exportados conjuntamente (e com  $RCA > 1$ ) com os que já são exportados.

Em segundo lugar, deve haver um empenho contínuo para que o estado adquira novas capacitações e aperfeiçoe as capacitações já existentes. Portanto, Brasil e Minas Gerais têm de continuar aprimorando sua infraestrutura, suas instituições, seu sistema educacional, seu regime tributário, sua eficiência administrativa, seu esforço pela maior inovação e seu SNI, seu mercado de crédito e de capitais, dentre outras variadas capacitações. Com isso – como ratificado pela relação positiva entre inovação e complexidade econômica, e entre educação e complexidade econômica – Brasil e Minas teriam sua complexidade econômica aumentada, o que implicaria que poderiam alcançar novos níveis de renda, mais elevados. Logicamente, como aponta Gerschenkron (1962), cada país (ou estado) tem suas peculiaridades, o que implica que não existe um único caminho (que já teria sido mostrado pelos que se tornaram desenvolvidos), e tampouco uma variável-chave para o desenvolvimento. Na verdade, Brasil e Minas terão que tomar decisões estratégicas acerca do quanto priorizar o incremento de novas capacitações ou o aperfeiçoamento de outras. E o melhor caminho terá de ser trilhado tendo em vista as experiências passadas e as reflexões de seus resultados.

## Referências

- ALBUQUERQUE, E. Sistema nacional de inovação no Brasil: uma análise introdutória a partir de dados disponíveis sobre a ciência e a tecnologia. **Revista de Economia Política**, v. 16, n. 3, 1996.
- \_\_\_\_\_. *Catching up* no século XXI: construção combinada de sistemas de inovação e de bem-estar social. In: SICSÚ, J.; MIRANDA, P. (Orgs.) **Crescimento econômico: estratégias e instituições**. Brasília: IPEA, 2009.
- AMIN, A., THRIFT, N. Living in the global. In: AMIN, A., THRIFT, N. (Ed.). **Globalization, institutions, and regional development in Europe**. Oxford: Oxford University Press, 1994.
- ARCHIBUGI, D.; COCO, A. **A new indicator of technological capabilities for developed and developing countries**. *World Development*, v. 32, n. 4, p. 629-654, 2004.
- ATLAS OF COMPLEXITY. **The atlas of economic complexity**. Disponível em: <<http://atlas.cid.harvard.edu/>>. Acesso em fev. 2015.
- BALASSA, B. **Trade liberalization and revealed comparative advantage**. *Manchester School of Economic and Social Studies*, v. 33, p. 99-123, 1965.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL – BCB. **Séries temporais**. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/>>. Acesso em fev. 2015.
- CASSIOLATO, J.; SZAPIRO, M.; LASTRES, H. Dilemas e perspectivas da política de inovação. In: BARBOSA, N.; MARCONI, N.; PINHEIRO, C.; CARVALHO, L. (Orgs). **Indústria e desenvolvimento produtivo no Brasil**, 1.ed., Rio de Janeiro, Elsevier: FGV, 2015.
- CASSIOLATO, J.; LASTRES, H. Sistema de inovação e desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, jan./mar. 2005.
- CASSIOLATO, J; LASTRES, H. Inovação e desenvolvimento: a força e a permanência das contribuições de Erber. In: MONTEIRO FILHA, D.; PRADO, L.; LASTRES, H. (Orgs). **Estratégias de desenvolvimento, política industrial e inovação: ensaios em memória de Fábio Erber**. Rio de Janeiro: BNDES, 2014.
- CASSIOLATO, J; LASTRES, H.; SOARES, M. Sistema nacional de innovación de Brasil: desafios para la sostenibilidad y el desarrollo incluyente. In: DUTRÉNIT; G.; SUTZ, J. (Orgs). **Sistemas de innovación para um desarrollo inclusivo: la experiencia latino-americana**. Distrito Federal, México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2013.
- CASSIOLATO, J.; SZAPIRO, M.; MAXNUCK, E; PODCAMENI, M.; TAVARES, J.; MATOS, M.; FONTAINE, P. Fronteiras tecnológicas subordinadas a estratégias nacionais de desenvolvimento: as experiências dos Es-

tados Unidos da América, da China, do Japão e da Alemanha. In: *Dimensões estratégicas do desenvolvimento brasileiro – as fronteiras do conhecimento e da inovação: oportunidades e alternativas estratégicas para o Brasil*. Brasília/DF: CGEE, v. 2, p. 9-190, 2013.

CHANDLER, A. Organizational capabilities and the economic history of the industrial enterprise. *Journal of Economic Literature*, v. 6, n. 3, p. 79-100, 1992.

CHRISTENSEN, C. **The innovator's challenge**: understanding the influence of market environment on processes of technology development in the rigid disk drive industry. Harvard University, Graduate School of Business Administration, 1992.

CORDER, S.; SALLES FILHO, S. Aspectos conceituais do financiamento à inovação. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 5, n. 1 jan/jun, p. 33-76, 2009.

COSTA, A. **Política de inovação brasileira**: análise dos novos instrumentos operados pela Finep. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2013.

DATAVIVA. Disponível em: <<http://dataviva.info>>. Acesso em dez. 2014.

DE MELO, L. O financiamento das empresas inovadoras: alternativas para discussão. *Revista Economia & Tecnologia*, v. 6, n. 1, 2005.

DE MELO, L. Financiamento à inovação no Brasil: análise da aplicação dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) de 1967 a 2006. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 8, n. 1, p. 87-120, 2009.

DINIZ, C. A nova configuração urbano-industrial no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 27, Belém. *Anais...* Belém: Anpec, 1999.

EICHENGREEN, B. The real exchange rate and economic growth. Commission on growth and development. *Working Paper*, v. 4. Washington, D.C.: World Bank, 2008.

FELIPE, J.; KUMAR, U.; ABDON, A.; BACATE, M. **Product complexity and economic development**. *Structural Change and Economic Dynamics*, Elsevier, v. 23, n. 1, p. 36-68, 2012.

GERSCHENKRON, A. **Economic backwardness in historical perspective**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1962.

GONÇALVES, E.; LEMOS, M.; DE NEGRI, J. Determinantes da inovação no Brasil: o papel da firma e do território. In: XXXIV ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 2006. Salvador, Bahia. *Anais...* Salvador, 2006.

HARRISON, B.; KELLEY, M.; GANT, J. Innovative firm behavior and local milieu: exploring the intersection of agglomeration, firm effects, and technological change. *Economic Geography*, v. 72, n. 3, jul., 1996.

HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. What you export matters. *Journal of Economic Growth*, v. 12, n. 1, p. 1-25, 2007.

HAUSMANN, R.; HIDALGO, C.; BUSTOS, S.; COSCIA, M.; SIMOES, A.; YILDIRIM, M. (2013): **The Atlas of Economic Complexity**: mapping paths to prosperity. Disponível em: <[http://www.hks.harvard.edu/content/download/69524/1250906/version/1/file/ATLAS\\_2013\\_Part1.pdf](http://www.hks.harvard.edu/content/download/69524/1250906/version/1/file/ATLAS_2013_Part1.pdf)>. Acesso em: 1 dez. 2014.

HIDALGO, C.; KLINGER, B.; BARABAS, A. L.; HAUSMANN, R. The product space conditions the development of nations. *Science*, v. 317, p. 482-487, 2007.

HIDALGO, C.; HAUSMANN, R. The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 106, n. 26, 2009.

HIDALGO, C.; HAUSMANN, R. The network structure of economic output. *Journal of Economic Growth*, v. 16, n. 4, p. 309-342, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA INDUSTRIAL – INPI. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/>>. Acesso em dez. 2014.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – Ipeadata. **Dados macroeconômicos**. Disponível em: <<http://ipeadata.gov.br/>>. Acesso em dez. 2014.

- KAPLINSKY, R. Globalisation, Industrialisation and sustainable growth: the pursuit of the nth rent. **Discussion Paper 365**, Brighton: Institute of Development Studies, University of Sussex, 1998.
- KOELLER, P. **Política nacional de inovação no Brasil** - releitura das estratégias do período de 1995-2006. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2009.
- LALL, S. The technological structure and performance of developing country manufactured exports, 1985-98. **Oxford Development Studies**, v. 28, n. 3, 2000.
- LALL, S.; WEISS, J; ZHANG, J. The ‘sophistication’ of exports: a new trade measure. **World Development**, v. 34, p.222-237, 2006.
- LAPLANE, F. M. Inovação, competitividade e reindustrialização no Brasil pós-crise. In: BARBOSA, N.; MARCONI, N.; PINHEIRO, C. M.; CARVALHO, L.; (Orgs). **Indústria e Desenvolvimento Produtivo no Brasil**, 1.ed. Rio de Janeiro: Elsevier: FGV, 2015.
- MARKUSEN, A.; HALL, P.; GRASMEIER, A. **High tech America**: the what, how, where and why of the sunrise industries. Allen & Unwin: Boston, 1986.
- NAKAMURA, L. Intangibles: what put the new in the new economy? **Business Review**, Filadélfia, p. 3-16, jul./ago., 1999.
- NELSON, R., WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard University Press, 1982.
- PENROSE, E. **The growth of the firm**. Oxford: Basil Blackwell, 1959.
- RAPINI, M.; ROCHA, B. Bancos de desenvolvimento e o financiamento da inovação. **Cadernos BDMG**, Belo Horizonte, v. 21, p. 7-58, 2014.
- RIBEIRO, L.; RUIZ, R.; BERNARDES, A.; ALBUQUERQUE, E. Science in the developing world: running twice as fast? **Computing in Science and Engineering**, v. 8, p. 81-87, jul. 2006.
- RODRIG, D. The exchange rate and economic growth. **Brookings Papers on Economic Activity**, v. 2, p. 365-412, 2008.
- SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR – SECEX. Disponível em: <<http://portal.siscomex.gov.br/>>. Acesso em dez. 2014.
- SIMÕES, R. ; MARTINS, A. **Inovação e biotecnologia**: atributos urbanos e estrutura científica. (Texto para discussão) Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG, 2013.
- STERNBERG, R., ARNDT, O. The firm or the region: what determines the innovation behavior of european firms? **Economic Geography**, v. 77, n. 4, out. 2001.
- SZIRMAI, A. Industrialisation as an engine of growth in developing countries, 1950–2005. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 23, n. 4, p. 406-420, 2012.
- TORRES FILHO, E.; PUGA, F. Exportações brasileiras: um cenário pós-crise internacional. In: GIAMBIAGI, F.; BARROS, O. (Orgs.). **Brasil pós-crise**: agenda para a próxima década. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.