

XVII SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA
ÁREA TEMÁTICA: POLÍTICAS PÚBLICAS

A armadilha da baixa complexidade em Minas Gerais: uma comparação com os demais estados brasileiros a partir do *DataViva*¹

Elisa Maria Pinto da Rocha (FJP/MG)
Fernanda Cimini Salles (CEDPLAR/UFMG)
Ivana Villefort (Bolsista FAPEMIG)

RESUMO: Minas Gerais convive, há décadas, com o desafio da diversificação econômica. Na tentativa de construir caminhos para a transformação de sua economia, o Governo de Minas Gerais lançou a plataforma DataViva, possibilitando a aplicação da abordagem da complexidade econômica no âmbito de políticas públicas de desenvolvimento. O artigo visa contribuir para essa reflexão, por meio da análise da complexidade econômica dos estados brasileiros no período de 2002 à 2014, com foco em Minas Gerais. A pesquisa revela que a economia mineira está presa em uma “armadilha de baixa complexidade”, o que demanda uma intensa colaboração entre os setores público e privado para a descoberta e investimento em atividades que contribuam para a sofisticação econômica.

PALAVRAS-CHAVE: Complexidade Econômica – plataforma Dataviva – Desenvolvimento Econômico – Inovação – Minas Gerais

ÁREA TEMÁTICA: Políticas públicas

¹ O artigo se baseia em texto para discussão ora em elaboração pela equipe técnica, sob a coordenação da Fundação João Pinheiro (FJP), como parte de projeto de pesquisa apoiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), no âmbito do Edital Dataviva. Os autores agradecem o apoio da FAPEMIG ao projeto.

1. INTRODUÇÃO

Em 2013, o Governo de Minas Gerais lançou a plataforma DataViva, ferramenta desenvolvida por entidades públicas estaduais em parceria com o Instituto de Tecnologia de Massachusetts, MIT Media Lab. Além de oferecer visualizações interativas de dados econômicos (comércio internacional, salário e emprego, ensino superior e censo escolar) para todas as unidades da federação (estados e municípios), a ferramenta disponibiliza indicadores que possibilitam a análise da situação econômica das localidades brasileiras e suas perspectivas de desenvolvimento a partir da abordagem da complexidade econômica. Essa abordagem, proposta por Hausmann et al (2014), parte da premissa de que o processo de desenvolvimento econômico está relacionado à capacidade das economias em mover-se para a contínua sofisticação de suas estruturas produtivas, no sentido do desenvolvimento de atividades econômicas mais complexas e intensivas em tecnologia de ponta.

Para compreender o processo de sofisticação econômica, os autores desenvolveram uma metodologia baseada na cesta de produtos exportados por diferentes países, o chamado *product space* (HAUSMANN; KLINGER, 2007; HAUSMANN; HWANG; RODRIK, 2007; HIDALGO et al., 2007). O *Product Space* é uma rede que conecta os produtos a partir da probabilidade de serem co-exportados por um mesmo país. A premissa do modelo é que produtos conectados entre si compartilham capacidades produtivas similares, de modo que produtos complexos possuem maior probabilidade de serem co-exportados, já que demandam uma estrutura produtiva também complexa. A partir da análise de produtos, é possível diferenciar regiões quanto ao seu grau de complexidade, bem como fazer inferências sobre as possibilidades futuras de sofisticação econômica observando a localização dos produtos exportados por uma determinada região no *Product Space*. A lógica do modelo é que os caminhos para a sofisticação econômica estão relacionados à proximidade dos produtos atualmente exportados em relação a produtos mais complexos, o que pode ser mensurado por meio da rede.

Enquanto o *Product Space* possibilita a análise da complexidade econômica de países, a plataforma DataViva oferece a expansão dessa análise para todos os estados e municípios brasileiros, sendo possível obter dados sobre complexidade econômica em diferentes níveis de agregação regional. Com isso, a plataforma DataViva destaca-se como a primeira ferramenta voltada para a análise de complexidade econômica no âmbito subnacional, permitindo a visualização das localidades brasileiras no *Product Space*. Para tanto, a plataforma DataViva foi construída a partir de informações sobre comércio exterior disponíveis na base de dados do Ministério de Indústria e Comércio (MDIC).

Logo após o seu lançamento, a plataforma DataViva ganhou grande repercussão no círculo de formuladores de políticas públicas tanto por apresentar uma interface amigável, quanto por oferecer uma abordagem inédita para a construção de diagnósticos e estratégias de desenvolvimento baseados na noção de sofisticação econômica. No entanto, passados três anos desde seu lançamento, a abordagem da complexidade econômica, possibilitada por meio da plataforma DataViva, ainda não conseguiu estabelecer-se como um novo marco analítico para subsidiar a formulação de políticas públicas; pelo menos, não em seu estado de origem.²

² As razões pelas quais a plataforma DataViva não resultou em novas abordagens de políticas públicas extrapolam o alcance deste trabalho.

Com vistas a estimular a aplicação do DataViva no âmbito de políticas públicas de desenvolvimento, o objetivo geral do artigo é contribuir para a compreensão das possibilidades de análise econômica propiciadas pela ferramenta DataViva à luz da abordagem proposta por Hausmann e Klinger (2007). Especificamente, analisou-se a complexidade econômica dos estados brasileiros no período de 2002 a 2014, enfocando o estado de Minas Gerais. A escolha pelo foco em Minas Gerais foi inicialmente motivada pelo fato de ter sido o estado proponente e financiador da ferramenta DataViva para o Brasil. O investimento realizado nesta plataforma reflete uma preocupação das autoridades deste estado quanto à transformação da economia mineira, atualmente concentrada nas exportações de minério de ferro e café.³ No entanto, no decorrer da pesquisa o foco em Minas Gerais revelou-se ainda mais instigante, por ser o único estado que apresenta, ao mesmo tempo, indicadores de uma economia pujante, destacando-se como uma das principais economias brasileiras, e as piores medidas de complexidade econômica, tanto em termos atuais quanto prognósticos futuros.

Assim, o principal achado da pesquisa é que a economia de Minas Gerais se encontra presa em uma armadilha de baixa complexidade econômica: tal como no dilema do ovo e da galinha, a estrutura produtiva existente enfraquece as bases econômicas necessárias para o desenvolvimento das capacidades requeridas para a sofisticação futura. Esse resultado foi confirmado a partir da análise dos indicadores de complexidade econômica, prognóstico de complexidade e complexidade dos produtos exportados por Minas Gerais, no período entre 2002 e 2014. A análise apresentada sugere a superação dessa armadilha será mais difícil para Minas Gerais do que para os outros estados brasileiros que possuem níveis similares de desenvolvimento econômico. Por isso, a estratégia de sofisticação precisa incorporar a intensa colaboração entre os setores público e privado para a descoberta e investimento em atividades que contribuam para o aumento da complexidade econômica.

A estrutura do artigo é a seguinte. A seção 2 oferece uma revisão da abordagem da complexidade econômica, discutindo suas principais premissas e argumentos. A seção 3 apresenta o tratamento metodológico realizado na análise, com destaque para os indicadores propostos originalmente pelo *product space* e os indicadores oferecidos pela plataforma DataViva. Nesta seção são apresentados os limites da abordagem do *product space* para a análise de complexidade econômica dos estados brasileiros. A seção 4 apresenta os resultados para o período 2002-2014, sendo uma subseção dedicada à análise comparativa entre os estados brasileiros e outra subseção voltada para a análise da complexidade econômica de Minas Gerais. Por fim, a conclusão sintetiza o argumento, apontando seus limites, e oferece caminhos para a formulação de políticas públicas a partir da análise possibilitada pela ferramenta DataViva.

2. ABORDAGEM TEÓRICA

A tese de que diferentes estruturas produtivas são determinantes na diferença entre países desenvolvidos e em desenvolvimento tem sido amplamente defendida pela literatura econômica. A chamada escola estruturalista argumenta que o processo de desenvolvimento econômico está intimamente conectado com mudanças na composição da produção o que, por sua vez, é determinado pela disponibilidade de fatores de produção e diferentes níveis de produtividade.

³ Em 2014, minério de ferro e café corresponderam, respectivamente, a 41,72% e 14,03% do valor total exportado pelo estado. Sozinhos esses dois produtos foram responsáveis por mais da metade do valor das exportações mineiras (55,75%).

David Ricardo (1817) foi o primeiro a chamar atenção para as diferenças na composição da estrutura produtiva entre distintos países, e entre diferentes regiões que compõem um mesmo país, teorizando sobre o efeito que essas diferenças teriam no padrão de interação econômica entre localidades distintas.

A principal lição de Ricardo é que os países e regiões devem se especializar nos setores e produtos que produzem melhor, isso é, naquilo que possuem vantagem comparativa em relação às demais localidades: nessa lógica, os países iriam exportar o que produzem de forma eficiente e importar aquilo que não produzem com eficiência, em termos relativos. Para Ricardo, a noção de vantagem comparativa estava associada à produtividade do trabalho, cujo fator principal seria a mão-de-obra. Esse modelo serviu de inspiração para toda uma geração de estudiosos interessados em explicar a lógica do comércio internacional (HELPMAN et al., 2012). Desde então, os modelos econômicos tornaram-se muito mais complexos, incorporando não somente outros fatores de produção, como também reconhecendo a mobilidade dos fatores produtivos entre diferentes países. Mas, ainda que o modelo ricardiano não consiga mais explicar a complexidade das relações comerciais nos dias de hoje, a noção das diferenças entre países e regiões no que diz respeito a níveis de produtividade e suas vantagens relativas permanece central no debate sobre desenvolvimento econômico.

Uma das principais questões relativas a esse debate refere-se à permanência da divisão internacional do trabalho entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, a despeito das transformações vivenciadas pelo comércio internacional nas últimas décadas. As profundas transformações sociais, econômicas e culturais, influenciadas pelo rápido avanço das novas tecnologias da informação e comunicações, poderiam causar a impressão de que o mundo estaria se tornando menos dividido - ou plano, nos termos de Friedman (2005). O *catch-up* tecnológico dos países recém industrializados e sua integração a um mundo com cadeias de suprimentos globais e processos produtivos internacionalmente dispersos parecia indicar que todos os tipos de produtos poderiam ser produzidos em qualquer lugar. Nos termos de Ricardo, a internacionalização da produção estaria recriando as vantagens comparativas de cada localidade.

Entretanto, como Leamer (2006) e outros têm argumentado: o mundo permanece longe do nivelamento econômico. A começar, as distâncias geográficas ainda importam. Como enfatizado por Krugman (1991), a especialização de produtos em cada país deu lugar à especialização do processo de produção entre diferentes países de uma mesma região, reiterando as assimetrias entre centro e periferia. Basta observar que a maior parte do comércio intra-indústria ocorre entre parceiros que estão localizados próximos uns dos outros, como no hemisfério norte, especialmente na União Europeia. Mesmo na Ásia e na América Latina, atividades industriais estão concentradas em áreas próximas, corroborando a visão de que economias de escala ainda desempenham importante papel.

Além disso, não são todas as atividades que podem ser realizadas em território estrangeiro – há tarefas que requerem conhecimento “explícito” e há aquelas que requerem conhecimento “tácito”. Enquanto o primeiro tipo de conhecimento é fácil de ser repassado de uma pessoa para a outra (informações explícitas podem ser expressas em comandos através de guias e manuais), o segundo tipo requer tempo e treinamento para ser assimilado (GROSSMAN; ROSSI-HANSBERG, 2006). Tarefas que são realizadas com base em informações explícitas podem facilmente ser executadas a uma distância da sede da empresa e não requerem trabalhadores altamente qualificados – bons gerentes podem fazer o trabalho de traduzir códigos e supervisionar seus subordinados. Em contraste, tarefas que requerem conhecimento tácito demandam experiências em comum e não podem ser facilmente transferidas sem um intercâmbio face-a-face.

Mais recentemente, tem ganhado força na literatura econômica abordagens que buscam incorporar as assimetrias entre países em relação ao acesso e acúmulo de conhecimento tácito (LALL, 1992; ARCHIBUGI; COCO, 2005; HIDALGO; HAUSMANN, 2009). Essas abordagens atualizam o argumento estruturalista, sugerindo que o acúmulo de capacidades tácitas constitui-se condição necessária para a mudança estrutural. O ponto crucial dessa abordagem é que o desenvolvimento de capacidades tácitas não ocorre rapidamente no tempo; o processo de aquisição de novas capacidades implica investimento de longo prazo. Nas palavras de Hausmann et al (2014):

Nossas sociedades modernas mais prósperas são mais sábias, não por que seus indivíduos são individualmente brilhantes, mas por que essas sociedades possuem uma diversidade de know-how e por que elas são capazes de recombina-lo para criar uma maior variedade de produtos melhores e mais inteligentes. (HAUSMANN et al, 20014 p.6, tradução nossa⁴).

Em economias avançadas, o desenvolvimento de novas capacidades foi iniciado concomitantemente com o processo de industrialização. Aqueles países que historicamente iniciaram mais cedo tiveram como vantagem a acumulação e a expansão do conhecimento produtivo gradual. Como consequência, foi mais fácil para eles alcançar a fronteira tecnológica mundial, já que detém um montante substantivo de conhecimento produtivo. Em países cujo processo de industrialização deu-se tardiamente, nos quais os conhecimentos produtivos eram escassos, o esforço para alcançar os países tecnologicamente mais avançados mostrou-se bem mais dramático, perpassando diferentes estratégias e, conseqüentemente, encontrando diferentes resultados. Enquanto os países do Leste Asiático tiveram sucesso na corrida do desenvolvimento econômico, os países latino americanos ficaram para trás, não conseguindo superar a “armadilha dos países de renda média”⁵

Um dos maiores desafios da literatura voltada para a discussão do conhecimento produtivo e mudanças estruturais é conseguir mensurar o acúmulo de capacidades tácitas das diferentes localidades. Como mensurar o ganho de capacidades obtido pelos países do Leste Asiático? Como mensurar a estagnação latino-americana nesses termos? Como comparar o conhecimento produtivo requerido por diferentes atividades econômicas? Como analisar processos de mudança estrutural a partir da ótica das capacidades tácitas? Enfim, como mensurar a relação entre conhecimento incorporado na estrutura produtiva e o desenvolvimento econômico de determinada região, país ou localidade?

A perspectiva decorrente do uso do *product space* busca responder a essas perguntas ao propor uma medida de acúmulo de conhecimento tácito a partir dos produtos produzidos por cada localidade. Segundo essa abordagem, proposta por Hidalgo e Hausmann (2009), os produtos produzidos por uma determinada região retratam o estoque de capacidades disponíveis naquela localidade, de modo que quanto mais complexos forem esses produtos, maior o acúmulo de capacidades da região produtora. Sob a perspectiva do *product space*, o processo de desenvolvimento econômico está diretamente associado ao desenvolvimento de capacidades tácitas que permitam abrir novas frentes em setores mais complexos, e não somente por meio da

⁴ Our most prosperous modern societies are wiser, not because their citizens are individually brilliant, but because these societies hold a diversity of knowhow and because they are able to recombine it to create a larger variety of smarter and better products.

⁵ A armadilha dos países de renda média se refere à inabilidade estrutural de certas economias, principalmente latino-americanas, em mover-se para níveis mais elevados de renda per capita.

melhoria incremental nos setores econômicos em que a economia já detém vantagem comparativa. A noção de “complexidade econômica” diz respeito, portanto, à multiplicidade de conhecimento tácito incorporado por determinada localidade (país ou região), a qual pode mensurada por meio do conjunto de produtos que essa localidade é capaz de produzir.

Como inexistente uma base de dados com todos os produtos produzidos por todos os países, Hausmann et al (2014) utilizam os dados de comércio exterior como *proxy* de acúmulo de conhecimento tácito. Para possibilitar a comparação entre diferentes países e produtos, os autores consideram apenas os produtos em que cada país possui vantagem comparativa revelada (RCA).⁶ Ou seja, a cesta de produtos efetivamente considerada é aquela que o país (ou região) exporta acima do que seria a sua fatia de participação no mercado internacional. A partir da análise de rede, relacionando os produtos exportados (com vantagem comparativa) por diferentes países, os autores classificam os produtos conforme diferentes níveis de “complexidade” e diferentes níveis de “proximidade”.

O resultado é a criação de uma rede de produtos, o *product space*, que informa a probabilidade de diferentes pares de produtos serem co-exportados. Quanto maior a probabilidade de co-exportação de dois produtos por uma mesma localidade, maior a proximidade entre esses produtos e, conseqüentemente, maior a probabilidade de que as capacidades utilizadas na produção de um dos produtos também sejam aproveitadas na produção do outro produto. Além da questão da proximidade entre produtos, a localização dos produtos na rede também serve como *proxy* para mensurar as capacidades tácitas de determinada localidade: quanto mais centralizados no *product space* estiverem os produtos exportados pela localidade, maior tende a ser a sofisticação econômica dessa localidade. Os produtos localizados na periferia do *product space* indicam menor sofisticação em seu processo produtivo.

A partir da projeção da pauta de exportação de diferentes países no *product space*, é possível visualizar aspectos tais como: (i) quão conectados estão os produtos entre si e (ii) quão bem localizados eles estão na rede - se estão mais próximos do centro ou da periferia. A noção de proximidade entre produtos é central para a abordagem do *product space*, pois é ela que mensura a compatibilidade do uso de capacidades comuns aos processos de produção de diferentes produtos. Por exemplo, países que exportam computadores possuem maior probabilidade de também exportar *smartphones*, uma vez que o conhecimento tácito incorporado pelo segmento produtivo de computadores pode ser utilizado pelo segmento produtor de *smartphones*. Por sua vez, países que exportam bananas, por exemplo, tenderão a apresentar muito maior dificuldade para tornarem-se competitivos em *smartphones*, já que não possuem o conhecimento necessário para a produção desse produto.

Ao comparar os indicadores de complexidade econômica entre os países, Hausmann et al (2014) encontraram uma forte correlação entre complexidade e desenvolvimento: nos países que apresentam baixa dependência de commodities naturais (menor que 10% da pauta), os indicadores de complexidade econômica respondem por 75% da variação em renda per capita. Como observa Hausmann et al (2014), localidades abundantes em recursos naturais podem ser relativamente ricas sem serem complexas (p.27). A relação entre complexidade econômica e desenvolvimento de uma região não se limita à renda per capita. Segundo Hausmann et al (2014), em países nos quais o nível de complexidade econômica mostra-se mais elevado do que o esperado, dado o seu nível de renda, o crescimento econômico tende a ser mais rápido do que em países que já atingiram elevado nível de renda. Essa constatação permite os autores sugerirem que a complexidade econômica não é apenas um sintoma ou uma expressão de prosperidade

⁶ Ver seção III. Metodologia.

econômica, mas também um mecanismo que pode resultar em maior prosperidade. Nesse sentido, localidades que ainda possuem baixo nível de renda, mas conseguem sofisticar suas economias, tendem a experimentar crescimento econômico relativamente mais rápido. Por sua vez, aquelas localidades que possuem elevado nível de produção econômica total, mas apresentam baixa complexidade econômica tendem a ter maior dificuldade em manter taxas de crescimento econômico elevadas no longo prazo.

Nesse sentido, a principal contribuição de Hausmann et al (2014) é demonstrar, a partir do *product space*, que a complexidade econômica de determinada região - mensurada a partir da complexidade de produtos por ela exportados com vantagem comparativa - ajuda a explicar as diferenças observadas nos níveis de renda dos países e, mais importante, funciona como um importante mecanismo para conjecturar sobre desenvolvimento econômico futuro. Países que conseguiram tornar suas exportações mais complexas, movendo-se para o centro do *product space*, obtiveram êxito na melhoria da sua renda per capita.

Ao analisar o *product space* de diferentes países, é possível observar que ao invés de superar barreiras, a internacionalização da produção está recriando a divisão internacional do trabalho a partir do acúmulo de capacidades tácitas: tarefas que exigem alta qualificação se concentram em poucos países que produzem produtos complexos. Ou seja, países desenvolvidos apresentam vantagem comparativa em produtos localizados no centro do *product space*, ao passo que países em desenvolvimento possuem vantagem comparativa em produtos localizados na periferia do *product space*. E, nesse sentido, a integração das economias em desenvolvimento nas cadeias de valor global, infelizmente, não tem sido uma garantia de mudança estrutural. Em muitos casos, essas economias continuam realizando tarefas que exigem baixa qualificação e exportando produtos pouco complexos.

Portanto, o almejado processo de sofisticação econômica diz respeito não somente à produção de produtos mais complexos, mas também à possibilidade de que as capacidades tácitas sejam organicamente distribuídas entre diferentes indústrias em uma mesma região. Nesse aspecto, importa observar não apenas como as capacidades estão distribuídas entre diferentes países, mas também, como elas encontram-se organizadas em diferentes localidades dentro dos países. A ferramenta DataViva possibilita avançar para a análise da complexidade dos estados brasileiros à luz da abordagem teórica discutida nesta seção.

3. METODOLOGIA

A busca pela mensuração do estoque de conhecimento tácito de uma localidade tornou-se central para as abordagens baseadas na perspectiva da complexidade econômica, conforme enfatizado na seção anterior. A perspectiva propiciada pela abordagem do *product space* ganhou grande repercussão ao propor uma medida de comparação da complexidade econômica entre os países a partir de sua cesta de exportação. Na base desta abordagem está o argumento de que os produtos exportados com vantagem comparativa revelada⁷ ($RCA > 1$) servem como *proxy* do estoque de conhecimento produtivo de um país, e assim, quanto mais produtos complexos determinado país exportar, maior tende a ser o seu potencial de desenvolvimento econômico. O elemento-elo que conecta a exportação de produtos complexos e o desenvolvimento econômico é o fato de que a exportação de produtos complexos para o resto do mundo, realizada por

⁷ Conceito desenvolvido por Balassa (1965) e definido da seguinte forma: $RCA = \frac{X_{cp}}{\sum_c X_{cp}} / \frac{\sum_p X_{cp}}{\sum_{c,p} X_{cp}}$, onde x_{cp} é o valor de exportação da região c do produto p..

determinado país (região ou localidade), com vantagem comparativa, indica a existência de um estoque de conhecimento complexo, necessário para a transformação econômica, ou seja, o enfoque deixa de ser a receita oriunda da exportação (produtos de maior valor agregado geram mais renda).

A principal medida sugerida pelo *product space* para mensurar a complexidade dos produtos é o Índice de Complexidade do Produto (PCI). Esse índice leva em consideração duas características dos produtos, diversidade e ubiquidade, e pode ser definido como:

“A diversidade diz respeito ao número de produtos que a região exporta com vantagem comparativa. A ubiquidade é o número de regiões que exportam dado produto com vantagem comparativa. O índice apoia-se na ideia de que produtos mais complexos são produzidos, e exportados, por um número menor de regiões, ao mesmo tempo em que exigem mais conhecimentos produtivos para serem fabricados. Portanto, produtos mais complexos são aqueles produzidos por poucas regiões que produzem diversos produtos”. (DATAVIVA, 2016)

Nesse sentido, diversidade e ubiquidade são, respectivamente, *proxys* utilizadas para retratar a variedade de capacidades disponíveis em determinado país e as capacidades necessárias para a fabricação de determinado produto. A noção de diversidade pode ser descrita como uma matriz M_{cp} em que cada linha representa um país e cada coluna um produto. A ubiquidade por sua vez pode ser calculada realizando um somatório das linhas ou colunas de M_{cp} (CID, 2016). Calculando-se a diversidade média das regiões estudadas – países ou estados - que produzem um determinado produto e a ubiquidade média dos outros produtos que essa região fabrica, é possível calcular o Índice de Complexidade do Produto (PCI).⁸

Importante salientar que o PCI de um determinado produto considera a interação entre diversidade e ubiquidade com base nas exportações deste produto no comércio mundial. Ou seja, trata-se de uma medida calculada a partir dos dados de exportações dos países e o seu valor independente de uma região específica. Já o Índice de Complexidade Econômica (ECI), que mede a complexidade de uma determinada localidade, leva em conta somente os valores de complexidade (PCI) dos produtos exportados com vantagem comparativa revelada (RCA), ponderada pelo peso desses produtos nas exportações totais dessa localidade. Sendo assim, o Índice de Complexidade Econômica (ECI) mede:

“O conhecimento de uma sociedade que é traduzido nos produtos por ela fabricados. Os produtos mais complexos são produtos químicos sofisticados e maquinário, ao passo que os produtos menos complexos são materiais brutos e produtos agrícolas. A complexidade econômica de determinado país depende da complexidade dos produtos que ele exporta. Um país é considerado ‘complexo’ se ele exporta não apenas produtos de alta complexidade (determinada pelo Índice de Complexidade do Produto), mas também uma grande quantidade de diferentes produtos. (CID, 2016, tradução nossa)⁹

No DataViva, o Índice ECI foi adaptado para os estados e municípios brasileiros, sendo calculado a partir da seguinte fórmula desenvolvida por Freitas e Paiva (2014):

⁸ A fórmula para o cálculo desse índice pode ser consultada em: <http://atlas.cid.harvard.edu/about/glossary/>

⁹ “A measure of the knowledge in a society that gets translated into the products it makes. The most complex products are sophisticated chemicals and machinery, whereas the world’s least complex products are raw materials or simple agricultural products. The economic complexity of a country is dependent on the complexity of the products it exports. A country is considered ‘complex’ if it exports not only highly complex products (determined by the PRODUCT COMPLEXITY INDEX), but also a large number of different products”.

$$ECI = \sum_p \frac{x_{pl}}{\sum x_p} RCA_p PCI_p$$

Onde : x_{pl} representa o valor exportado do produto p pela região l

x_p representa o valor exportado do produto p pelo Brasil

RCA_p representa as vantagens comparativas reveladas do produto p na localidade l

PCI_p representa a complexidade do produto p

As medidas de complexidade de produto (PCI) e complexidade econômica (ECI) revelam, portanto, quão complexos são os produtos que compõem a cesta de exportação de uma determinada região e quão complexa pode ser considerada essa região, tendo em vista a cesta de produtos exportados com vantagem comparativa. A plataforma DataViva disponibiliza o índice PCI de todos os produtos exportados pelo Brasil no período 2002-2014, bem como o índice ECI de todas as unidades da federação, estados e municípios, considerando a cesta exportada em cada um dos anos da série histórica. A partir desses indicadores, é possível analisar não somente a evolução da complexidade da cesta de exportação, como também a evolução da complexidade econômica das localidades brasileiras. Portanto, os indicadores de complexidade do produto e de complexidade econômica constituem-se medidas que ajudam a compreender as capacidades tácitas existentes em uma localidade.

Para analisar caminhos possíveis de sofisticação econômica, o *Product Space* oferece o conceito de proximidade entre produtos desenvolvido por Hidalgo et al. (2007). A Proximidade é calculada a partir da probabilidade de um par de produtos ser co-exportado com vantagem comparativa revelada (RCA), conforme a seguir:

$$\varphi_{k,h,t} = \min\{P(RCA_k > 1 | RCA_h > 1), P(RCA_h > 1 | RCA_k > 1)\}$$

Produtos com alta probabilidade de co-exportação podem ser considerados produtos “próximos”, o que significa dizer que eles apresentam uma forte conexão no *Product Space* e, portanto, possuem estruturas de produção que utilizam capacidades produtivas relativamente similares entre si. Essa medida é relevante para a elaboração de inferências sobre perspectivas futuras de sofisticação econômica, de tal forma que quanto mais próximos forem os produtos exportados por uma determinada região, maiores as possibilidades de otimização das capacidades produtivas existentes e de transbordamentos positivos para melhoria tecnológica. Nesse sentido, a sofisticação econômica tende a ocorrer em produtos relativamente mais próximos (JANKOWSKA; NAGENGAS; PEREA, 2012).

Decorrente do conceito de Proximidade é possível calcular a distância entre a estrutura produtiva existente e um determinado produto (HAUSMANN; KLINGER, 2007). A medida de Distância reflete “a quantidade de novos conhecimentos produtivos que uma região precisa adquirir para poder fabricar e exportar um determinado produto com vantagem comparativa. Ou seja, quanto maior for a distância mais conhecimentos terão de ser adquiridos e mais longo (ou difícil) será o caminho para ter vantagem na exportação deste produto” (DATAVIVA, 2016). A medida de distância varia de 0 a 1, sendo 1 o valor máximo para a distância, e pode ser calculada da seguinte forma:

$$dist\grave{a}ncia = \frac{\sum_{c=1}^N (1 - M_{cp}) \varphi_{cp}}{\sum_{c=1}^N \varphi_{cp}}$$

A plataforma Dataviva disponibiliza o valor de dist\^ancia de todos os produtos exportados por uma determinada localidade brasileira em rela\^ao \^a cesta de produtos exportados por essa mesma localidade com vantagem comparativa. A partir dessa medida, foi poss\^ivel calcular a dist\^ancia m\^edia do *product space* dos estados brasileiros, que representa o valor m\^edio das dist\^ancias de todos os produtos exportados por cada estado. Quanto maior a dist\^ancia m\^edia de uma regi\~ao, mais disperso ser\^a o *product space* e, portanto, menores as possibilidades de sofisticac\~ao.

Um indicador ainda mais apurado para mensurar perspectivas futuras de sofisticac\~ao \^e o \^Indice de Progn\^ostico de Complexidade (COI), constru\^ido a partir das dist\^ancias entre os produtos que uma regi\~ao est\^a exportando com vantagem comparativa atualmente e aqueles que ela n\~ao est\^a, ponderado pelo PCI desses produtos. Pa\^ises com um elevado progn\^ostico de complexidade t\^em abund\^ancia de produtos pr\^oximos, devido \^a configura\^ao de sua cesta de exporta\^ao atual no *product space*.

$$COI = \sum_i densidade_{i,c,t} (1 - x_{i,c,t}) PCI_{i,t}$$

Segundo Hausmann et al. (2014), o COI seria um adequado indicador preditivo de mudan\^cas futuras na complexidade econ\^omica (ECI) de determinada regi\~ao, sendo respons\^avel por prever a rapidez com que essa localidade seria capaz de adquirir novas capacidades produtivas. Cabe considerar que a plataforma DataViva n\~ao oferece essa medida em sua base de dados. Para calcul\^a-la, nesse artigo, foi preciso agregar os dados de densidade (medida da dist\^ancia de determinada regi\~ao para cada um dos produtos que ela ainda n\~ao exporta com vantagens comparativas), desenvolvidos por Hidalgo et al. (2007) e RCA de todos os produtos n\~ao exportados por cada um dos 27 estados. Assim, os \^indices de ECI e COI ser\~ao utilizados como “*proxy*” para analisar e comparar os estados brasileiros em termos de complexidade e facilidade em adquirir novas capacidades produtivas no futuro.

\^E importante ressaltar que existem certas limita\^oes quanto ao uso da abordagem do *product space* para analisar a estrutura produtiva dos estados brasileiros. Todas as medidas aqui mencionadas s\~ao constru\^idas a partir de dados de exporta\^ao (FOB), utilizados como *proxy* para a produ\^ao de uma determinada regi\~ao (pa\^is, estado ou munic\^ipio). Consequentemente, esses indicadores n\~ao levam em considera\^ao a parte da produ\^ao que n\~ao \^e exportada. Em pa\^ises com grandes demandas internas e que n\~ao se encontram orientados para exporta\^oes, como \^e o caso do Brasil, o uso da *proxy* de exporta\^ao para produ\^ao pode distorcer a an\^alise das capacidades t\^acitas existentes. Por exemplo, se uma determinada ind\^ustria, ainda que altamente complexa, \^e orientada para o mercado dom\^estico, os produtos produzidos n\~ao ser\~ao incorporados na an\^alise e, consequentemente, as capacidades t\^acitas dessa ind\^ustria n\~ao ser\~ao captadas pelo modelo.

Outra limita\^ao do *Product Space* \^e que os indicadores dele decorrentes retratam apenas o lado da oferta. A capacidade de uma localidade produzir determinado produto \^e analisada sem considerar a real demanda por esse produto. Assim, uma determinada regi\~ao poder\^a ter sua complexidade econ\^omica reduzida caso haja retra\^ao na demanda pelos produtos exportados com valores elevados de complexidade econ\^omica, sem que isso signifique a perda de sofisticac\~ao econ\^omica no curto prazo.

Finalmente, a análise de sofisticação econômica não inclui o setor de serviços. Com o rápido avanço tecnológico, o setor de serviços tem se tornado cada vez mais intensivo em tecnologia e muitas economias têm privilegiado esse setor para tornarem-se competitivas globalmente. Contudo, os dados disponíveis de exportação de serviços são ainda escassos e pouco confiáveis.

É verdade que a plataforma DataViva reconhece essas limitações e busca contorná-las oferecendo informações para além dos dados sobre comércio internacional. No entanto, ainda não há uma bagagem teórica consistente que possibilite realizar inferências sobre sofisticação econômica a partir de outras *proxys*. Por isso, o exercício proposto neste artigo restringe-se à aplicação dos índices do *Product Space*, já explorados na literatura, para a análise dos estados brasileiros em termos de complexidade econômica, possibilitada por meio da plataforma DataViva. Como consequência, o artigo também adota a premissa da exportação como *proxy* de produção, consideradas as ressalvas acima.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Esta seção oferece uma análise descritiva da trajetória do comércio internacional dos estados brasileiros a partir da perspectiva da complexidade econômica. O objetivo da seção é aplicar os três principais indicadores propostos pela abordagem do *product space*, Índice de Complexidade Econômica (ECI), Índice de Prognóstico de Complexidade (COI) e Índice de Complexidade de Produto (PCI), e indicadores correlatos – Vantagem Comparativa Revelada (RCA) e Distância – para fazer inferências sobre a relação entre comércio internacional e sofisticação econômica no contexto dos estados brasileiros, tendo como foco o estado de Minas Gerais, proponente da ferramenta DataViva.

A primeira subseção (4.1) dedica-se à análise comparada dos estados brasileiros e a segunda subseção (4.2) volta-se para a análise da complexidade econômica de Minas Gerais especificamente. Portanto, embora interessante, não se constitui objetivo dessa seção, identificar as possíveis causas para as diferentes trajetórias dos estados, embora se reconheça a importância do aumento do preço das *commodities* no mercado internacional para a alavancagem das exportações de grande parte dos estados brasileiros, principalmente daqueles que tem suas exportações concentradas em produtos minerais.

4.1 Os estados brasileiros sob a ótica da complexidade econômica

Primeiramente, os resultados do estudo indicam que entre 2002 e 2014, todos os estados brasileiros ampliaram sua participação no comércio internacional. A corrente de comércio (que representa a soma do valor total exportado e importado) apresentou variação positiva em todos os estados, conforme ilustrado na tabela 1. Isso significa que no período analisado todos os estados conseguiram ampliar o valor de suas exportações, ao mesmo tempo em que tiveram suas economias diretamente afetadas pela entrada de produtos estrangeiros.

Tabela 1 - Corrente de comércio internacional dos estados brasileiros - 2002-2014

UF	2002			2014			Variação 02-14		
	Exportações	Importações	Corrente de Comércio	Exportações	Importações	Corrente de Comércio	Exp	Imp	Corr
AC	3827088	19371795	7216960	7462829	21022350	16750226	95%	9%	132%
AM	1064860331	1107106562	943486129	4147026698	7947165771	13865138208	289%	618%	1370%
AP	16366660	127980515	425348295	24590497	180843322	536837500	50%	41%	26%
PA	2266867807	7925093138	14259474775	2510931881	8564385216	15225991437	11%	8%	7%
RO	73341159	457551800	1082531077	162308437	525357247	1724803593	121%	15%	59%
RR	6411373	16761068	19208559	9201306	17837798	29303642	44%	6%	53%
TO	16208565	154981621	859755828	40256459	227949467	1098283102	148%	47%	28%
AL	298651146	663761504	629474408	423160995	903584336	1210807534	42%	36%	92%
BA	2412278005	7408728507	9309739676	4289905943	12823326229	18604994752	78%	73%	100%
CE	545023335	1148357273	1471111769	1180933086	2556223420	4473063785	117%	123%	204%
MA	652386714	2177154787	2795509943	1520997741	4530324632	9863739205	133%	108%	253%
PB	117818256	236142610	179120957	196874966	541572192	835202586	67%	129%	366%
PE	319995933	870556751	943857385	1163984443	2590638443	8281262856	264%	198%	777%
PI	48065232	56653743	255971635	60911809	100405673	502205355	27%	77%	96%
RN	223718224	380128187	251356829	339261215	531766097	565054172	52%	40%	125%
SE	37630499	144759688	77974723	139516532	284955677	308220222	271%	97%	295%
DF	27292665	81527975	330708917	613018348	1213095082	1605809456	2146%	1388%	386%
GO	649313998	3184780418	6979883720	976054400	4886705670	11399109617	50%	53%	63%
MS	384238042	1297176760	5245499753	808146284	3487064734	10482396458	110%	169%	100%
MT	1795852919	5130866400	14796823287	2004901960	5884151572	16564999302	12%	15%	12%
ES	2597074891	6871954867	12689540909	4616621127	13510464176	19565850241	78%	97%	54%
MG	6353218803	18355152652	29320645006	8867861789	24859999985	40322512167	40%	35%	38%
RJ	3658806992	14315694020	22619317443	9056133679	23878309371	44199446896	148%	67%	95%
SP	20155516694	51734202981	51458040451	39989909366	1.00153E+11	1.36267E+11	98%	94%	165%
PR	5703081036	12351936472	16332120489	9036473153	21369924165	33625855300	58%	73%	106%
RS	6383693246	15017594858	18695564443	9915178073	25185839477	33643536254	55%	68%	80%
SC	3160456173	7381839477	8987359285	4091851405	12382060825	25007203328	29%	68%	178%
Média	2184147992	5874733942	8183949728	3933091645	10339178308	16660190757	78%	68%	100%

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SECEX/MDIC, disponíveis no dataviva.info

A ampliação do valor exportado, no entanto, não significou necessariamente o aumento da cesta de produtos exportados com vantagem comparativa: a esse respeito, como mostrado na tabela 2, os estados brasileiros apresentaram diferentes trajetórias. Os resultados indicam para Minas Gerais e outros onze 11 estados brasileiros – Roraima, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Rio de Janeiro – redução das cestas de produtos com vantagem comparativa no período entre 2002 e 2014 (considerando RCA ≥ 1). Isso significa dizer que esses estados sofreram maior concentração de suas exportações, ao reduzirem o número de produtos exportados com vantagem comparativa.

Tabela 2 - Tamanho da cesta de produtos com vantagem comparativa revelada, segundo os estados brasileiros

UF	2002	2007	2014	Variação 2002-2007	Variação 2007-2014	Variação 2002-2014
	Nº de Produtos com RCA>1	Nº de Produtos com RCA>1	Nº de Produtos com RCA>1			
AC	17	29	40	70.59%	37.93%	135.29%
AM	34	44	47	29.41%	6.82%	38.24%
AP	7	10	7	42.86%	-30.00%	0.00%
PA	36	41	36	13.89%	-12.20%	0.00%
RO	22	23	27	4.55%	17.39%	22.73%
RR	17	11	12	-35.29%	9.09%	-29.41%
TO	5	12	9	140.00%	-25.00%	80.00%
AL	9	10	11	11.11%	10.00%	22.22%
BA	106	96	77	-9.43%	-19.79%	-27.36%
CE	59	66	56	11.86%	-15.15%	-5.08%
MA	13	17	14	30.77%	-17.65%	7.69%
PB	36	36	33	0.00%	-8.33%	-8.33%
PE	70	78	49	11.43%	-37.18%	-30.00%
PI	25	23	19	-8.00%	-17.39%	-24.00%
RN	37	46	44	24.32%	-4.35%	18.92%
SE	16	17	21	6.25%	23.53%	31.25%
DF	20	9	13	-55.00%	44.44%	-35.00%
GO	44	42	40	-4.55%	-4.76%	-9.09%
MS	32	39	27	21.88%	-30.77%	-15.63%
MT	18	28	21	55.56%	-25.00%	16.67%
ES	36	35	29	-2.78%	-17.14%	-19.44%
MG	116	120	82	3.45%	-31.67%	-29.31%
RJ	86	65	44	-24.42%	-32.31%	-48.84%
SP	226	227	232	0.44%	2.20%	2.65%
PR	103	119	118	15.53%	-0.84%	14.56%
RS	128	150	142	17.19%	-5.33%	10.94%
SC	104	137	145	31.73%	5.84%	39.42%
Média	1422	1530	1395	11.43%	-8.33%	0.00%

Fonte: elaboração própria a partir de dados do SECEX/MDIC, disponíveis no dataviva.info

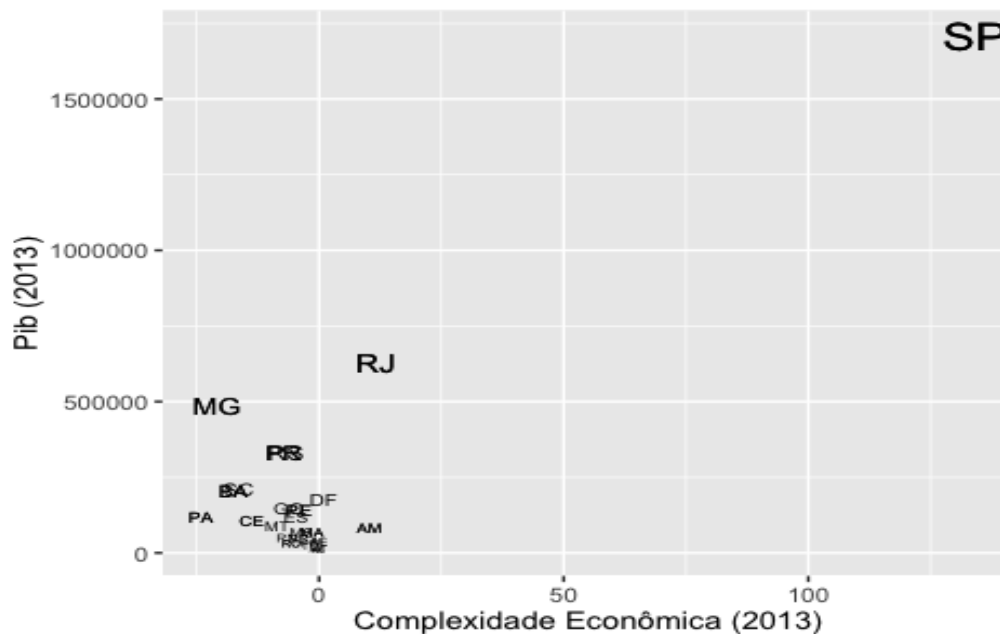
De acordo com os dados apresentados na tabela 2, é possível observar uma mudança na tendência de comportamento durante o período analisado. No primeiro subperíodo, 2002-2007, antes, portanto, da crise financeira que abalou o comércio internacional, havia uma tendência de aumento da cesta de exportação com vantagem comparativa revelada, cuja variação média foi de 11%. No momento seguinte, entre 2007-2014, registra-se contração de 8%, contribuindo para que a variação média do período total 2002-2014 fosse nula.

O indicador de vantagem comparativa revelada é fundamental para a compreensão do índice de complexidade econômica, uma vez que o cálculo desse indicador considera apenas os produtos exportados com vantagem comparativa. Segundo as abordagens propiciadas pelo *product space*, as mudanças nas vantagens comparativas reveladas (RCA) de determinada localidade podem ser consideradas *proxy* de mudanças estruturais (HAUSMANN; KLINGER, 2007). Assim, sob essa perspectiva, a redução da cesta de produtos com RCA no período 2007-

2014 pode ter implicações mais sérias do que o aumento da concentração da pauta de exportação. Em última instância, e a permanecer por um longo período de tempo, essa redução pode afetar o grau de complexidade de uma região e, conseqüentemente, suas perspectivas de desenvolvimento.

O gráfico 1 retrata o posicionamento dos estados brasileiros em relação ao PIB e complexidade econômica em 2013 (último dado disponível do PIB para o conjunto das unidades da federação), sendo o tamanho das siglas proporcional ao tamanho do PIB.

Gráfico 1 - Nível de produção total e complexidade econômica dos estados brasileiros, 2013



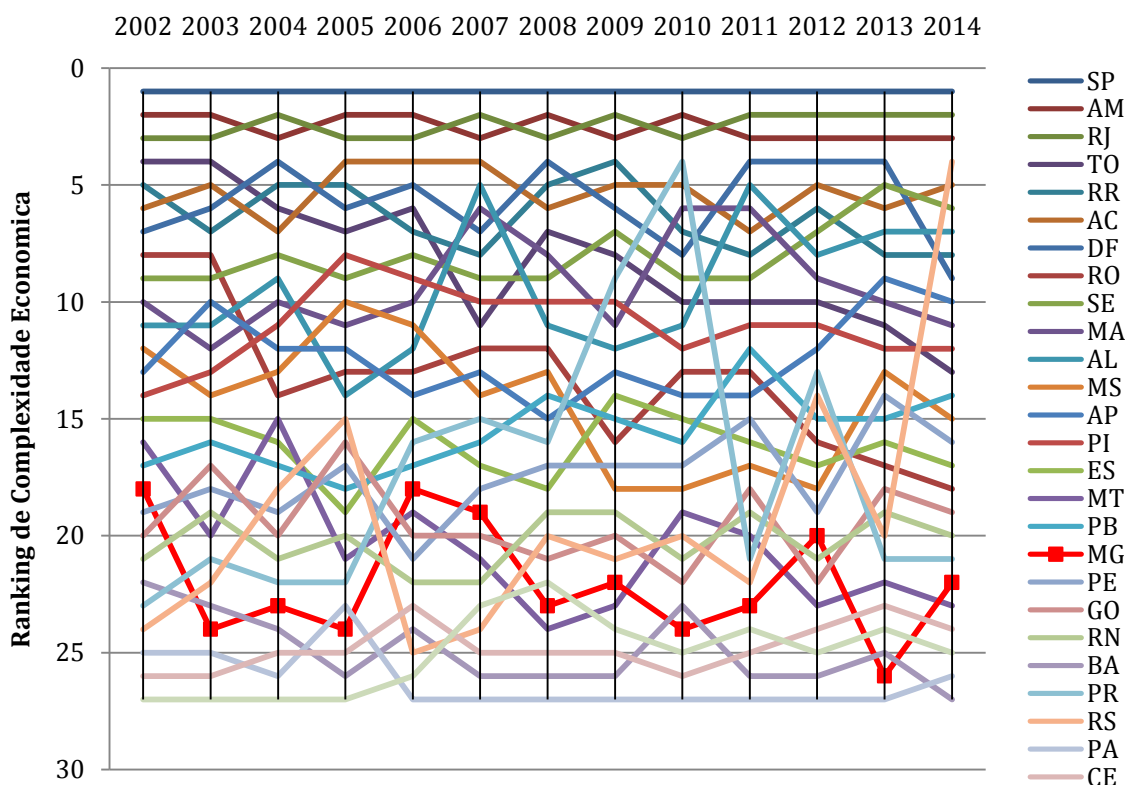
Fonte: elaboração própria a partir de dados disponíveis no dataviva.info

Conforme mostrado no gráfico 1, São Paulo destaca-se não somente por apresentar maior PIB dentre os estados brasileiros, como também, por deter maior complexidade econômica. Os estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais que se posicionam, respectivamente, como segunda e terceira maiores economias do país, diferenciam-se significativamente em termos de complexidade econômica. A análise dos dados indica que enquanto o Rio de Janeiro apresentou medida positiva de complexidade, Minas Gerais teve resultado negativo, e inclusive, o estado apresenta-se como um dos menos complexos dentre os estados do país. Ou seja, Minas Gerais não somente é um dos estados com o nível mais baixo de complexidade, como é o estado com o pior desempenho nesse indicador, dado o seu nível de produção total ou PIB.

O gráfico 2 apresenta a posição dos estados brasileiros no ranking de complexidade econômica no período de 2002 a 2014, sendo o 1º lugar associado ao maior valor deste índice (ECI). A análise da evolução dos indicadores de complexidade econômica a partir da sua posição no ranking possibilita visualizar comparativamente a trajetória dos estados no tempo. A esse respeito, os resultados do estudo indicam que o estado de São Paulo apresentou o maior índice de complexidade econômica do país durante o período analisado. Já o Rio de Janeiro, por sua vez, alternou com o estado do Amazonas a segunda e a terceira posição do ranking durante grande parte do período analisado a partir de 2011, entretanto, o Rio de Janeiro manteve a posição de segundo estado de maior complexidade econômica do país. Minas Gerais, por sua vez, encontra-

se entre as últimas posições do ranking. No período analisado, Minas Gerais perdeu posição, caindo de 18º para 22º lugar no ranking. Em 2013, Minas Gerais ficou em penúltimo lugar, a frente apenas do Pará.

Gráfico 2 - Evolução dos estados no ranking de complexidade, com destaque para Minas Gerais (2002-2014)



Fonte: elaboração própria a partir de dados disponíveis no dataviva.info

Ainda no que diz respeito à relação existente entre tamanho do produto total e complexidade, chama a atenção o contraste registrado entre a posição relativamente confortável do Amazonas e a classificação desfavorável de Minas Gerais, no que diz respeito ao indicador de complexidade econômica, conforme mostrado nos gráficos 1 e 2. Embora não ocupe posição de destaque em termos de tamanho de sua economia, respondendo por apenas 1,57 % do PIB brasileiro em 2013, registra-se posição relativamente favorável para o Amazonas, em termos de complexidade econômica, posicionando-se como terceiro estado brasileiro, sendo superado apenas por São Paulo e Rio de Janeiro – estados estes que, respectivamente, correspondem aos dois maiores PIB's do País. Por seu turno, Minas Gerais – terceiro maior estado em termos de tamanho de sua produção econômica – ocupa a vigésima sexta colocação no que diz respeito à complexidade econômica (referente a 2013).

Esse contraste está associado, principalmente, à base econômica regional, que no caso de Minas Gerais, apoia-se na exportação de *commodities* minerais e agrícolas (produtos pouco complexos, sob o ponto de vista da incorporação de conhecimento); no caso do Amazonas, reflete as vendas externas de produtos relativamente mais complexos, associados ao polo eletrônico da Zona Franca de Manaus. Nesse sentido, as medidas de política industrial e de

comércio exterior, ao promoverem a consolidação da Zona Franca de Manaus – criada em 1967 – certamente desempenharam papel relevante para a ampliação das capacidades produtivas da economia local, assentada, principalmente, nos segmentos extrativo-vegetal e silvicultura. Autores como Rocha e Dufloth (2009), ao analisarem indicadores de inovação tecnológica empresarial nas grandes regiões brasileiras haviam apontado para a influência positiva dos fundos setoriais de ciência e tecnologia no Norte do País, a exemplo do CT-Amazônia, o que certamente, pode ter contribuído para o desempenho favorável daquele estado em termos de complexidade econômica.

Estudos como o de Rocha (2003), ao analisar indicadores voltados para o dimensionamento dos sistemas estaduais de ciência, tecnologia e inovação para os estados das regiões sudeste e sul do País, também concluíram pela posição desconfortável ocupada pelo estado de Minas Gerais em termos de inovação tecnológica e sistema regional de inovação. Embora o estudo não seja recente, não se pode descartar a possibilidade de que a baixa complexidade da terceira maior economia do Brasil, pode estar associada, também, às fragilidades e baixo nível de consolidação do sistema de ciência, tecnologia e inovação de Minas Gerais.

Outro aspecto importante revelado pela análise da complexidade econômica entre os estados brasileiros, diz respeito ao tamanho da produção econômica de determinada região ou localidade. Se de um lado, é amplamente reconhecido na literatura especializada que a participação da região no PIB potencializa seu nível de desenvolvimento econômico, por outro lado, são fortes os indícios de que os insumos de conhecimento incorporados na produção tendem a exercer forte influência no nível de sofisticação econômica de determinada região. Sem dúvida, os resultados do estudo indicam que quando se trata de diversificação da economia regional no sentido de aumentar a sua complexidade econômica, a formulação e implementação de uma efetiva política de inovação tecnológica – ou seja, um processo de construção e implementação capaz de criar maior sinergia entre a política industrial e a política de comércio exterior – pode se constituir relevante instrumento de transformação da estrutura produtiva de determinada região ou localidade.

Segundo a abordagem da complexidade econômica, a evolução do indicador de complexidade econômica seria uma *proxy* da transformação da estrutura produtiva dos estados brasileiros, indicando mudanças no desenvolvimento de novas capacidades produtivas. A interpretação desse indicador sugere que os estados que avançaram na melhoria de seus indicadores de complexidade econômica teriam conseguido incorporar novas capacidades em seu processo produtivo, possibilitando-lhes alcançar vantagem comparativa revelada em produtos mais complexos do que os anteriormente exportados.

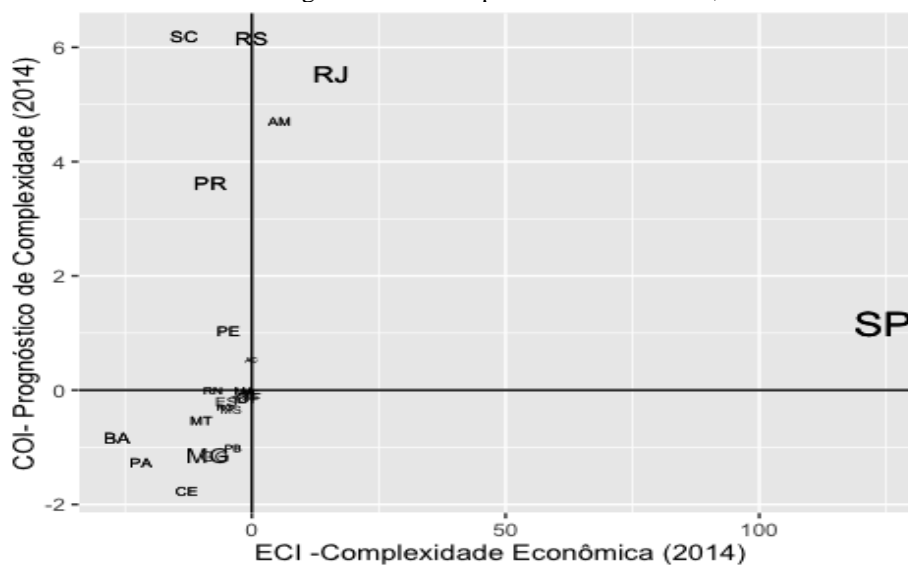
Observa-se que, de modo geral, os estados mantiveram suas posições relativas no ranking de complexidade econômica durante o período analisado. Sabe-se que o processo de formação de novas capacidades é lento e gradual, por isso, é esperado que a mudança de posição no ranking também seja gradativa. No entanto, outro resultado interessante revelado pelo estudo diz respeito aos casos dos estados nos quais ocorreram mudanças bruscas na posição do ranking, de um ano para o outro. Por exemplo, o Paraná caiu da quarta posição em 2010 para a vigésima em 2011, enquanto o Rio Grande do Sul saiu da nonagésima posição em 2013 para o quarto colocado em 2014. Essas mudanças muito fortes e rápidas podem indicar que embora esses estados exportem produtos com alta complexidade econômica, tais produtos ainda não conseguiram se consolidar no mercado internacional com vantagem comparativa. Ou seja, nos anos em que esses produtos são exportados com vantagem comparativa, há uma melhoria significativa do indicador de complexidade econômica do estado que o exportou. Vale lembrar que o *product space* permite

a análise apenas pelo lado da oferta, desconsiderando as oscilações de demanda no mercado internacional.

Nesse contexto, uma análise adicional faz-se necessária: observar o comportamento dos produtos ainda não exportados com vantagem comparativa. O indicador de prognóstico de complexidade (COI) permite mensurar a perspectiva futura de complexidade econômica de determinada região, dado o grau de complexidade e proximidade entre os produtos que ainda não possuem RCA e a cesta de produtos exportados com vantagem comparativa. Segundo Hausmann, Espinoza e Santos (2015), uma região com baixa complexidade econômica (ECI), mas que apresente alto prognóstico de complexidade (COI), estaria em melhores condições para avançar na transformação da sua base produtiva em comparação com uma região que já possua alta complexidade.

O gráfico 3 compara os estados brasileiros a partir do indicador de prognóstico de complexidade. Os estados que apresentaram os maiores valores, em 2014, foram Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Amazonas e Paraná. Esses resultados permitem dizer que a atual estrutura econômica desses estados encontra-se relativamente próxima de produtos complexos, quando comparada aos demais estados brasileiros. Para esses estados, o processo de sofisticação seria, portanto, relativamente mais fácil. Por sua vez, os estados que apresentaram indicadores de baixa complexidade econômica e baixo prognóstico de complexidade não somente apresentam uma estrutura econômica pouco complexa, como também encontram-se distantes de produtos sofisticados. Nesses casos, o desenvolvimento de capacidades produtivas mais sofisticadas requer volumosos investimentos.

Gráfico 3- Prognóstico de Complexidade Econômica, 2014



Fonte: elaboração própria a partir de dados disponíveis no dataviva.info

Ainda no que diz respeito ao indicador de prognóstico de complexidade, conforme mostrado no gráfico 3, o desempenho mineiro, em 2014, também não foi favorável, haja vista que o estado obteve o quarto pior resultado de prognóstico de complexidade entre os estados brasileiros. O indicador de prognóstico de Minas Gerais afasta-se significativamente dos demais estados que possuem níveis próximos de PIB, tais como: Rio de Janeiro, Paraná e Rio Grande do Sul. Nesse sentido, é preocupante o paradoxo enfrentado por Minas Gerais, terceiro maior estado

brasileiro em termos de produção total, mas que se mostra pouco complexo e com baixas possibilidades de sofisticação da sua base econômica.

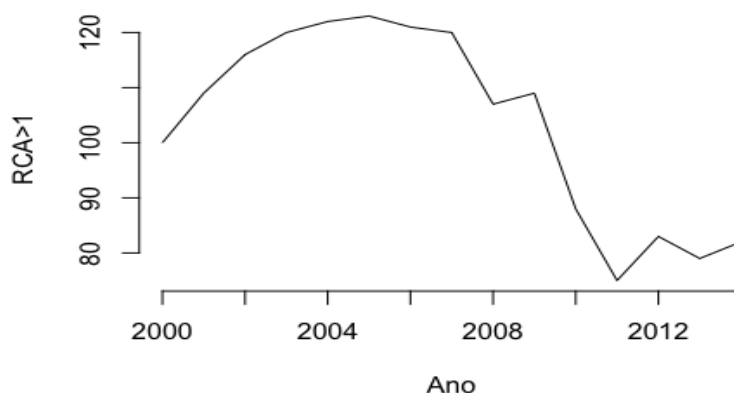
Portanto, embora tenha sido registrado ampliação da concentração da pauta de exportação no caso da maioria dos estados da federação (tabela 2), a perda de vantagem comparativa revelada torna-se motivo de maior preocupação quando o aumento da concentração das exportações não se traduz em melhoria de complexidade econômica (ECI), tampouco em melhoria do prognóstico de complexidade (COI) de determinada localidade. Em ambos os aspectos, Minas Gerais apresenta trajetória peculiar, que o distingue dos demais estados de maior PIB: a trajetória das exportações mineiras no período 2002-2014 contribuíram tanto para maior concentração, com a perda de vantagens comparativas, quanto para a piora dos indicadores de complexidade. Tendo em vista a singularidade do caso mineiro, a próxima seção dedica-se a compreensão das dificuldades enfrentadas por Minas Gerais para superar a baixa complexidade econômica.

4.2 Minas Gerais e a armadilha da baixa complexidade econômica

De modo geral, seguindo a tendência da economia brasileira, Minas Gerais apresentou crescimento econômico. Entre 2003 e 2008, impulsionado, dentre outros, pelo aumento das exportações – principalmente, de produtos minerais, siderúrgicos e café – o PIB mineiro cresceu em média 5,04% a.a. Em 2009 – ano em que os impactos negativos da crise financeira mundial iniciada no mercado norte-americano se fizeram sentir no Brasil – o PIB de Minas Gerais sofreu retração de 4%, para no ano seguinte (quando o conjunto da economia brasileira também já apresenta recuperação), registra-se significativa taxa de aceleração do PIB mineiro, 8,9%. Em 2011, a taxa positiva foi de 2,8%, e desde então, registrou-se desaceleração do crescimento, com a taxa tendo alcançado 2,5% em 2013 (FJP, 2013).

Sob o ponto de vista do comércio internacional, os resultados desse estudo apontam que entre 2002 e 2007, período que antecede a crise financeira internacional, Minas Gerais vivenciou um processo de expansão de sua cesta de produtos com vantagem comparativa, movimento esse que se inverteu a partir de 2008, quando a pauta de exportação tornou-se ainda mais concentrada (gráfico 4).

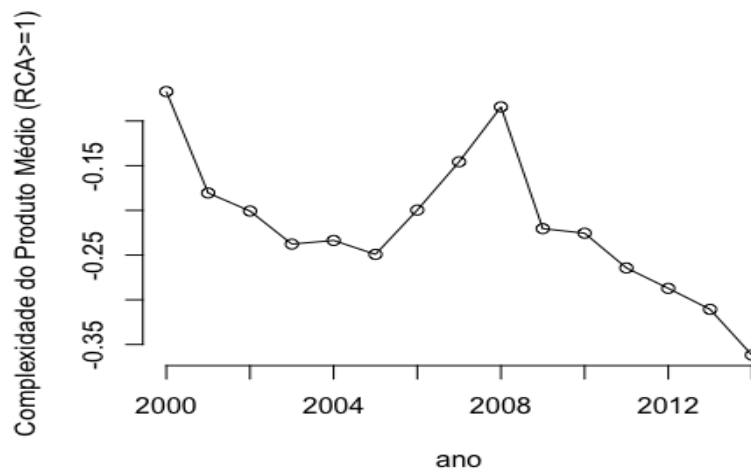
Gráfico 4 - Evolução da cesta de produtos com vantagem comparativa em Minas Gerais, 2002-2014



Fonte: elaboração própria a partir de dados da SECEX/MDIC, disponíveis no dataviva.info

Conforme analisado na seção anterior, a concentração da cesta de exportações ao longo do período 2002-2014 não foi um processo vivenciado apenas por Minas Gerais, mas por todos os estados reconhecidamente produtores de *commodities*, principalmente recursos minerais. Mas, o problema mais grave do comércio internacional de Minas Gerais é que a perda de vantagens comparativas ao longo do período analisado, especialmente após a crise internacional, se deu em produtos com complexidade relativamente mais elevada. O gráfico 5 apresenta a evolução do valor médio de complexidade dos produtos exportados com vantagem comparativa durante o período. Observa-se que entre os anos 2000 e 2005, o ganho de vantagem comparativa se deu em produtos pouco complexos, uma vez que observou-se diminuição da complexidade média dos produtos. Já entre 2005 e 2008, Minas Gerais volta a exportar produtos mais complexos, contribuindo para o aumento da complexidade média, e já a partir de 2008, Minas Gerais não somente perde vantagem comparativa, aumentando a concentração da cesta, como também deixa de exportar produtos relativamente mais complexos. Em 2014, a complexidade média dos produtos mineiros exportados com vantagem comparativa foi a menor observada na série histórica.

Gráfico 5 – Minas Gerais: evolução da complexidade dos produtos com RCA



Fonte: elaboração própria a partir de dados disponíveis no dataviva.info

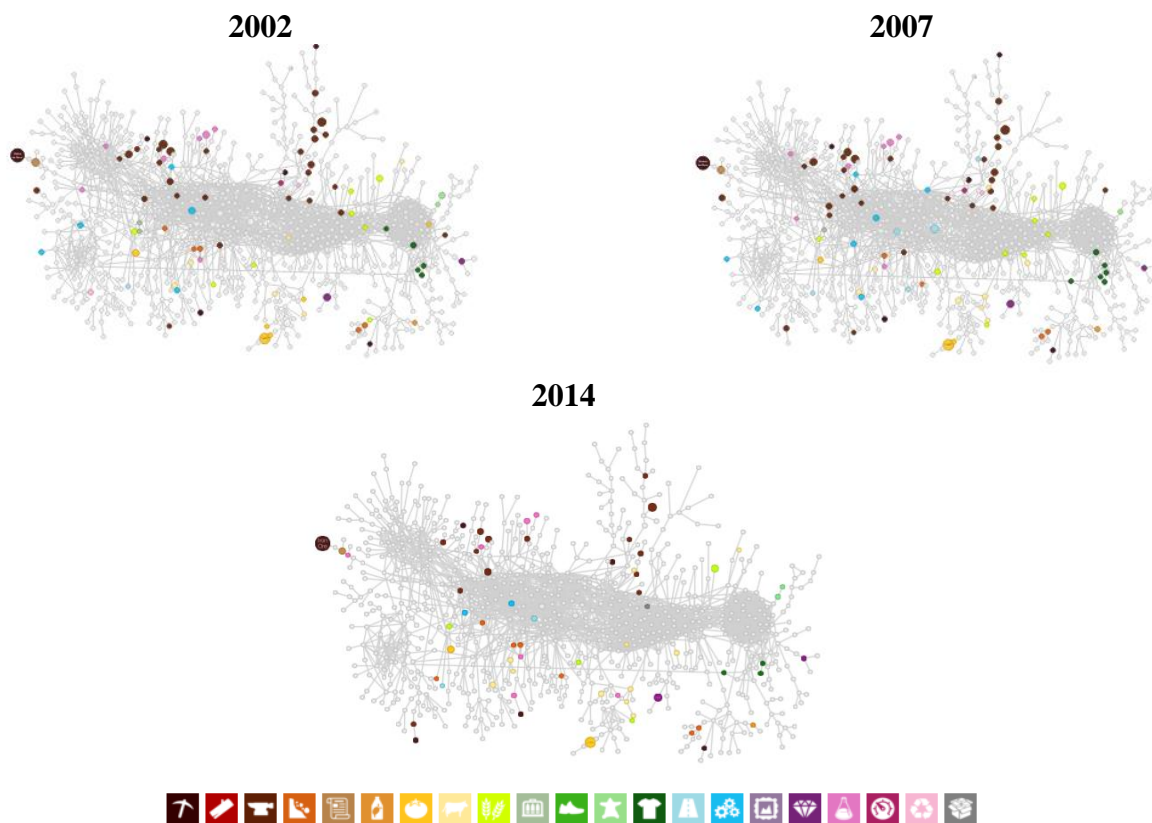
A perda de vantagem comparativa associada à perda de produtos complexos afeta diretamente a evolução do *product space* de Minas Gerais durante o período, o que é ilustrado na figura 1, elaborada com base na Plataforma Dataviva, considerando-se os anos 2002, 2007 e 2014. Ela retrata os produtos que Minas Gerais exportou com vantagem comparativa no ano específico (cada ponto colorido representa um setor econômico) e a rede de produtos (pontos e traços em cinza claro).¹⁰ Enquanto a rede de produtos tem seu formato definido pelas

¹⁰ Cada um dos 21 quadrados apresentados ao pé da figura 1, representam um segmento (comunidade) diferente de produtos. Seguindo a ordem em que foram desenhados são eles: Produtos Minerais, Produtos de Madeira, Metais, Artigos de Pedra e Outros Materiais, Artigos de Papel, Derivados Vegetais e Animais, Produtos de Origem Vegetal, Produtos de Origem Animal, Gêneros Alimentícios, Armas e Munições, Calçados Chapéus e Semelhantes, Peles e Couros de Animais, Artigos Têxteis, Transportes, Máquinas, Artes e Antiguidades, Metais Preciosos, Produtos Químicos, Instrumentos, Plásticos e Borracha, Artigos Diversos.

probabilidades de co-exportação de um mesmo produto pelos países – independentemente dos valores exportados por Minas Gerais – os pontos coloridos representam especificamente as conexões existentes entre os produtos exportados por Minas Gerais com vantagem comparativa revelada. Assim, o *product space* de Minas Gerais consiste na localização dos produtos mineiros na estrutura de produtos construída a partir das dinâmicas do comércio internacional. A interpretação sugerida pela abordagem da complexidade econômica é de que quanto mais conectados e mais próximos ao centro da rede estiverem localizados os produtos exportados por determinada região, maior a sua complexidade econômica.

Entre 2002 e 2007, observa-se que o *product space* de Minas Gerais “caminhou” ligeiramente para o centro, uma vez que o segmento de produtos relativo a máquinas e equipamentos de transporte – mostrados nas cores azul claro e azul escuro – passaram a ser exportados com vantagem comparativa, e, portanto, ganharam representatividade no centro do *product space*. Já entre 2007 e 2014 alguns grupos de produtos deixaram de figurar no *product space* de Minas Gerais. Em primeiro lugar, registra-se diminuição dos produtos relativos ao grupo maquinas e equipamentos de transporte (cores azul claro e escuro). Em segundo lugar, o segmento relativo a artigos têxteis (que figura na cor verde escuro, no canto inferior direito da rede), deixa de ser exportado com vantagem comparativa. Outro grupo que perde força é o de gênero alimentício (mostrado na cor amarela esverdeada); e finalmente, também registra-se diminuição do segmento de produtos químicos (que figura em cor rosa).

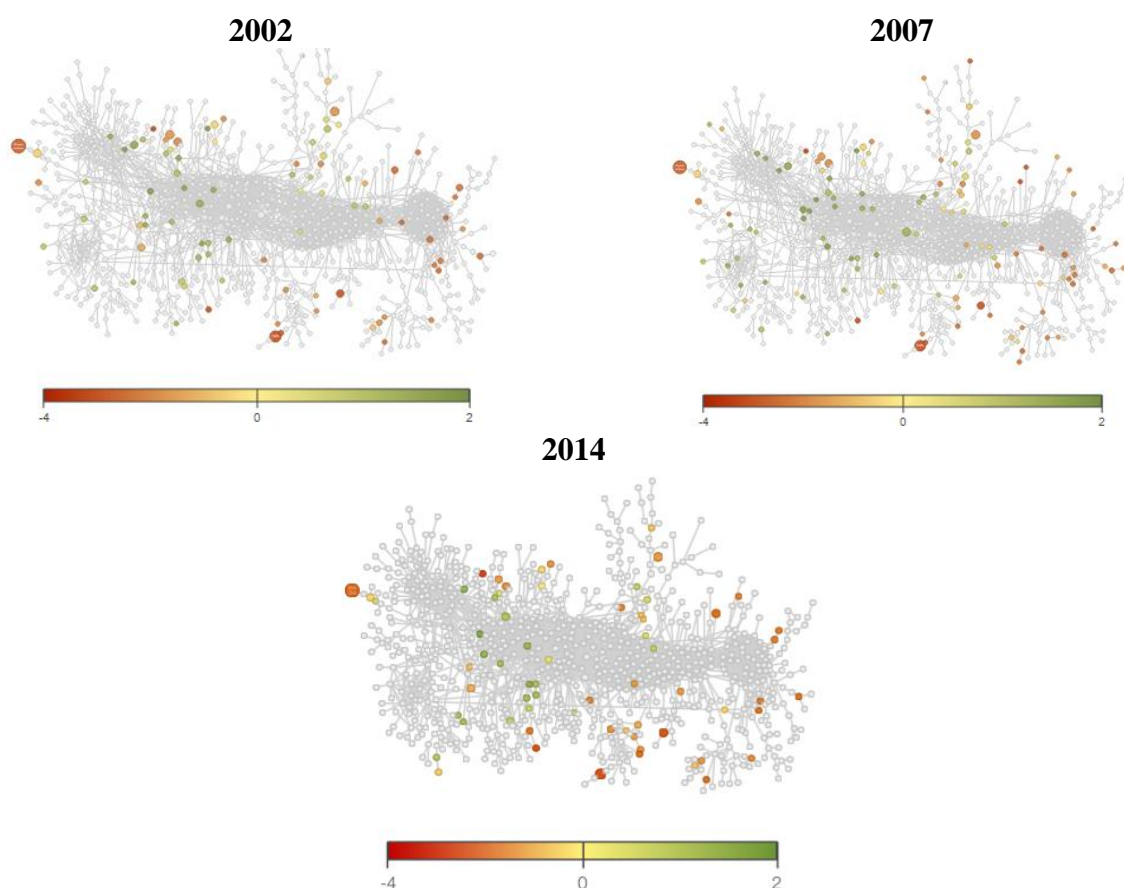
Figura 1 - Product Space de Minas Gerais, segundo setor (2002,2007,2014)



Fonte: Plataforma Datava, dataviva.info

A figura 2 apresenta o *product space* de Minas Gerais nos mesmos anos de referência, 2002, 2007 e 2014, utilizando-se escala de cores construída a partir do Índice de Complexidade do Produto, considerando-se a cor verde para representar os produtos mais complexos, e a cor laranja para retratar produtos de menor complexidade. É possível observar que os produtos em verde localizam-se no centro da rede, ao passo que os produtos em laranja encontram-se dispersos nas extremidades da rede. Isso corrobora a argumentação de Hausmann et al (2014), de que os países que caminham para o centro do *product space* tornam-se mais sofisticados. No caso de Minas Gerais, observa-se a predominância de produtos de baixa complexidade, localizados na periferia da rede, em todos os anos sob consideração (2002, 2007 e 2014), o que sinaliza para a baixa complexidade econômica do estado.

Figura 2 - Product Space de Minas Gerais, segundo complexidade (2002, 2007 e 2014)

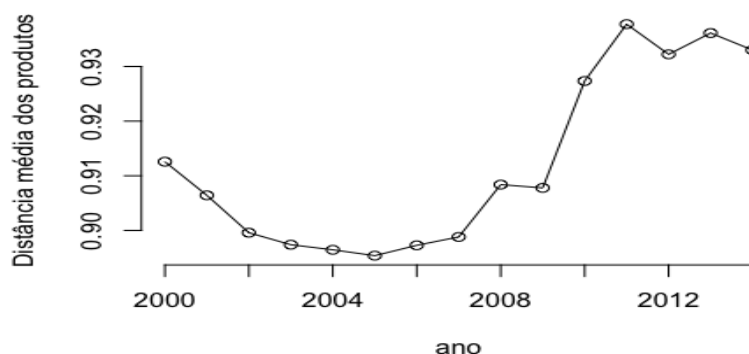


Fonte: Plataforma Datava, dataviva.info

Outra forma de analisar a trajetória do *product space* de Minas Gerais, é observar a evolução das distâncias médias dos produtos ao longo do tempo. A distância média agrega as distâncias de todos os produtos exportados por uma dada localidade em relação aos produtos em que essa localidade possui vantagem comparativa revelada. Quanto maior a distância média, mais disperso tende a ser o *product space*, e conseqüentemente, mais difícil a possibilidade de acúmulo e compartilhamento de conhecimento produtivo entre diferentes atividades econômicas.

Em Minas Gerais, a distância média dos produtos manteve-se na casa de 0.9 ao longo do período analisado, com gradual aumento a partir de 2008, conforme mostrado no gráfico 6. Isso significa que os produtos que Minas Gerais não exporta com vantagem comparativa ($RCA < 1$) encontram-se distantes dos produtos com vantagem comparativa ($RCA > 1$), e essa distância ampliou-se ainda mais a partir de 2008. Segundo Hausmann e Klinger (2007), a proximidade de um produto particular com áreas onde já existem vantagens comparativas é uma das variáveis mais significativas para determinar se um país irá desenvolver uma vantagem comparativa naquele produto no futuro. Nesse sentido, a localização atual de Minas Gerais no *product space* sinaliza poucas oportunidades para transformação de sua matriz produtiva.

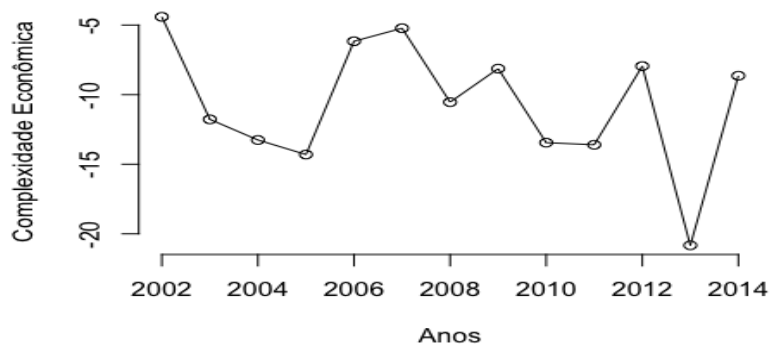
Gráfico 6 - Evolução das distâncias médias no Product Space de MG (2002-2014)



Fonte: elaboração própria a partir de dados disponíveis no dataviva.info

A configuração de um *product space* organicamente pouco conectado, com distâncias elevadas e produtos pouco complexos, são fatores que contribuem para que o indicador de complexidade econômica de Minas Gerais se posicione em patamares tão baixos ao longo do período analisado, mantendo-se inferior a -5.0, conforme mostrado no gráfico 7.

Gráfico 7 - Evolução da Complexidade Econômica de MG (2002-2014)



Fonte: elaboração própria a partir de dados disponíveis no dataviva.info

Minas Gerais encontra-se, portanto, em trajetória que combina aumento de concentração e redução de complexidade de sua estrutura produtiva. Além disso, sua localização atual no *product space* não sinaliza perspectivas animadoras para o desenvolvimento de novas capacidades. Ao contrário, as distâncias elevadas no *product space*, juntamente com baixo valor do indicador de prognóstico de complexidade sugerem que o processo de sofisticação tende a enfrentar sérios desafios, haja vista a necessidade de investimento em produtos que ainda não apresentam competitividade no mercado internacional, ou seja, produtos sobre os quais pesam incertezas de mercado.

Portanto, são fortes os indícios revelados por esse estudo, de que a situação que Minas Gerais experimentou no período 2002-2014 corresponde ao que Hausmann, Espinoza e Santos. (2015) identificaram como a “armadilha da baixa complexidade”: trata-se de um ciclo vicioso em que a baixa complexidade dificulta a capacidade de determinada região mover-se para produtos mais complexos, ampliando as distâncias, e conseqüentemente, a dificuldade de sofisticação. Ou seja, a estrutura produtiva existente enfraquece as bases econômicas necessárias para o desenvolvimento das capacidades requeridas para a sofisticação da estrutura produtiva. Para que Minas Gerais consiga aumentar sua sofisticação, os agentes econômicos precisam investir na produção e exportação de produtos mais complexos. Mas, quanto mais a economia obtém sucesso e a estrutura atual beneficia-se dos ganhos oriundos da exportação, menores tendem a ser os incentivos para o investimento em novas áreas. Assim, ao mesmo tempo em que Minas Gerais vivenciava o *boom* de suas exportações em produtos de baixa complexidade econômica, suas oportunidades para sofisticação foram progressivamente reduzidas, alimentando o ciclo vicioso da baixa sofisticação.

5. CONCLUSÃO

O artigo analisou a evolução das exportações dos estados brasileiros a partir dos indicadores propostos na abordagem do *product space*. Para tanto, adotou-se a premissa usada por Hausmann et al (2014), segundo a qual os produtos exportados por determinada região (no caso, estados brasileiros) com vantagem comparativa revelada servem como *proxy* do estoque de conhecimento produtivo dessa região e, conseqüentemente, como *proxy* de sofisticação econômica. Assim, comparou-se os estados quanto ao seu grau de complexidade econômica e o tamanho de sua economia, constatando-se a singularidade do caso de Minas Gerais. O principal argumento do artigo é que Minas Gerais encontra-se preso em uma armadilha de baixa complexidade, haja vista que o estado, que detém a terceira maior economia do país apresenta um dos mais desfavoráveis resultados em termos de complexidade econômica atual e futura. Seguindo a análise de Hausmann et al (2014), esse resultado sugere que Minas Gerais terá mais dificuldade do que os demais estados brasileiros que possuem similar nível de renda, no sentido de sustentar taxas de crescimento econômico significativas. A continuar nessa armadilha por longo período de tempo, não se pode descartar a possibilidade da economia mineira vir a ser superada por outras, principalmente pelas do Sul. Atualmente, os estados do Sul detém menor PIB do que Minas Gerais; assim como Minas Gerais, também apresentaram baixos valores para os indicadores de complexidade econômica; por outro lado, os resultados revelam que os indicadores de prognóstico de complexidade mostram-se bem mais desconfortáveis para Minas Gerais.

No que diz respeito às possíveis razões para a armadilha da complexidade em que se encontra Minas Gerais, e revelada pelo estudo, pelo menos três chaves explicativas poderiam ser

acionadas. A primeira, associada à literatura institucionalista da “tragédia dos recursos naturais”, sugere que a concentração de receitas no setor de recursos minerais, como minério de ferro, contribuiria para o enfraquecimento das instituições necessárias para a diversificação econômica, tais como: mercado de capitais de risco, sistemas de inovação e infraestrutura educacional. Outra chave explicativa, também relacionada à exportação de *commodities* minerais, e relacionada à literatura econômica, sugere que a valorização cambial decorrente da entrada de divisas originárias da exportação de *commodities* levaria à perda de competitividade dos setores industriais, conduzindo a um processo de desindustrialização dessas economias. Por fim, a terceira explicação possível – essa mais afim à abordagem teórica utilizada neste artigo – sugere que a ausência de um estoque de conhecimento produtivo compartilhado entre as diferentes atividades econômicas aumenta os custos de descoberta de novas oportunidades de negócios, criando constrangimentos à atividade empreendedora. A identificação das causas da armadilha da complexidade de Minas Gerais demandaria, portanto, uma investigação adicional, que testasse as hipóteses acima sugeridas.

O artigo apresenta algumas limitações, e a esse respeito, é importante ressaltar que embora considere haver uma associação entre complexidade e desenvolvimento econômico, o estudo, diferentemente de Hausmann et al (2014), não parte da premissa de existência de relação causal entre essas duas dimensões. O avanço nas discussões sobre a relação causal entre essas dimensões demandaria a construção de modelo analítico robusto, o que foge do escopo do artigo. Reconhece-se que a ausência de um estimador da capacidade explicativa de complexidade econômica sobre crescimento econômico no âmbito dos estados brasileiros, restringe o alcance das interpretações aqui elaboradas. Considerando-se que o artigo não pretendeu explicar as diferenças observadas nas economias dos estados brasileiros, entende-se que esse tipo de análise poderá ser reservado a futuros estudos, expandindo-se as fontes de dados e possibilidades de interpretação para além daqueles propiciados pela plataforma DataViva e pela abordagem da complexidade econômica.

Outra restrição diz respeito ao uso das informações disponíveis na ferramenta DataViva. O estudo, pelos seus objetivos, enfoca os indicadores de comércio internacional, entretanto, certamente, a análise de outros dados e indicadores – a exemplo daqueles relativos ao censo escolar, educação superior e emprego – poderiam lançar luz sobre aspectos outros não tratados na análise. No entanto, como argumentado na seção 3, grande parte das análises baseadas na abordagem da complexidade econômica ainda se limitam ao uso de dados das exportações como *proxy* de complexidade. Diante disso, optou-se por seguir essa estratégia no intuito de inserir a reflexão sobre complexidade econômica no âmbito das unidades subnacionais em um debate mais amplo.

Em que pese suas limitações, entende-se relevante os resultados revelados no artigo, e que sinalizam um alerta para os formuladores da política de desenvolvimento econômico. No caso de Minas Gerais, a histórica vocação para atividades minerais tem contribuído não somente para aumentar a concentração e a dependência econômica em setores de baixo valor agregado – elementos exaustivamente tratados pela literatura econômica – como também distanciar Minas Gerais do centro do *product space*. O desafio da economia mineira não é apenas diversificar-se, mas tornar-se competitivo na produção de produtos mais complexos, que atualmente encontram-se distantes dos produtos em que Minas possui vantagem comparativa. Quanto maior essa distância, maior o esforço necessário para a sofisticação. Por isso, o sucesso dessa transformação depende de uma estratégia continuada de longo e médio prazo.

No longo prazo, caberia a provisão da infraestrutura institucional necessária para a formação e acúmulo de conhecimento produtivo, principalmente, por meio do investimento em

educação e estímulo à inovação. Em economias de baixa complexidade, são ainda escassos os esforços governamentais e empresariais voltados para a formação continuada, uma vez que a demanda por capacidades mais desenvolvidas limita-se a certos nichos tecnológicos. Caberia ao estado romper com essa trajetória, estimulando a formação de capacidades em larga escala e de forma orgânica. A priorização na melhoria da qualidade do ensino médio, por exemplo, poderia contribuir nesse sentido. No médio e curto prazo, a lição ensinada pela abordagem da complexidade econômica aponta para a necessidade das políticas públicas priorizarem atividades econômicas que simultaneamente, estejam “próximas” da atual estrutura produtiva e contribuam para maior sofisticação. Essa priorização demanda um exercício, a ser levado a cabo tanto pelo setor público quanto privado: de “auto-descoberta” das atuais potencialidades econômicas do estado, de diagnóstico dos principais gargalos, e de definição de metas que tornem possível o ganho de vantagem comparativa em produtos mais complexos. Esse processo de sofisticação econômica não é simples. Contudo, experiências internacionais servem de alento ao mostrar que é possível criar espaços altamente inovadores em territórios tradicionalmente marcados por atividades econômicas de baixo e médio valor agregado. Avançar no conhecimento das dificuldades inerentes a esse processo mostra-se o primeiro passo para a formulação de uma estratégia promissora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCHIBUGI, D.; COCO, A. Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu of choice. **Research Policy**, 34, p. 175-94. 2005

BALASSA, B. Trade liberalization and revealed comparative advantage. **Manchester School of Economics and Social Studies**, 33, pp. 99-123. 1965

CENTER FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT AT HARVARD UNIVERSITY (CID). **The Atlas of Economic Complexity**. Disponível em <<http://www.atlas.cid.harvard.edu>> Acesso em: 5 jan. 2016

DATAVIVA. Glossário. Disponível em <http://pt.dataviva.info/about/glossary>. Acesso em: 10 jan. 2016

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Perfil de Minas Gerais 2013**. Belo Horizonte, 2013

FREITAS, E.; PAIVA, E. **Diversificação e sofisticação das exportações**: uma aplicação do product space aos dados do Brasil. Belo Horizonte. No prelo 2016

FRIEDMAN, T. L. et al. **O mundo é plano**: uma história breve do século XXI. 2005.

GROSSMAN, G. M.; ROSSI-HANSBERG, E.. **Trading tasks**: A simple theory of offshoring. No. w12721. National Bureau of Economic Research, 2006.

HAUSMANN, R.; KLINGER, B. **The structure of the product space and the evolution of comparative advantage**. Center for International Development at Harvard University, 2007.

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. A., et al., **The atlas of economic complexity: mapping paths to prosperity**. 2014

HAUSMANN, R.; ESPINOZA, L.; SANTOS, M. A. **Diagnostico de crecimiento de Chiapas: la trampa de la baja productividad**. 2015.

HELPMAN, E. et al. **Trade and inequality: from theory to estimation**. National Bureau of Economic Research, 2012.

HIDALGO, C. A. et al. The product space conditions the development of nations. **Science**, v. 317, n. 5837, p. 482-487, 2007.

HIDALGO, C. A.; HAUSMANN, R. **The building blocks of economic complexity**. 2009.

JANKOWSKA, A.; NAGENGAST, A.; PEREA, J. R. **The middle-income trap: comparing Asian and Latin American experiences**. 2012.

KRUGMAN, P. **Increasing returns and economic geography**. No. w3275. National Bureau of Economic Research, 1991

LALL, S. Technological capabilities and industrialization, **World Development**, 20, p. 165-186. 1992

LEAMER, E. E. A flat world, a level playing field, a small world after all, or none of the above? A Review of Thomas L. Friedman's "The World is Flat". **Journal of Economic Literature**, p. 83-126, 2007.

RICARDO, D. **On the principles of political economy and taxation**: London. publisher not identified, 1817.

ROCHA, E. **Indicadores de inovação: uma proposta a partir da perspectiva da informação e do conhecimento**. 2003. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Ciência da Informação)-Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2003.

ROCHA, E.; DUFLOTH, S. Análise comparativa regional de indicadores de inovação tecnológica empresarial: contribuição a partir dos dados da pesquisa industrial de inovação tecnológica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 14, n. 1, p. 192-208, 2009.