

ASSIMETRIAS E INTENSIDADES TECNOLÓGICAS NO DIÁLOGO ENTRE O PÓS-KEYNESIANISMO E O PENSAMENTO CEPALINO: ALGUMAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

*Technological Asymmetries and Intensities in the Dialogue Between Post-Keynesianism and
ECLAC Thought: Some Empirical Evidence*

Thiago Fernandes Ladeira*

Fábio Henrique Bittes Terra†

Resumo

A magnitude das assimetrias tecnológicas pode ser fator determinante para o padrão de crescimento desigual entre os países. Sendo esta uma importante dimensão da reflexão econômica heterodoxa no contexto dos modelos de crescimento restrito pelo balanço de pagamentos, é oportuna uma investigação a respeito da dinâmica do *gap* e do nível de intensidade tecnológico observado entre países do Norte e do Sul. Este é o esforço empreendido neste ensaio para a totalidade de países da América Latina e do Caribe. Partindo de um modelo de regressão linear para dados em painel, foi possível observar que a dinâmica temporal do nível médio de intensidade tecnológica dos países avaliados tende para um equilíbrio próximo da intensidade observada em países como Portugal e Nova Zelândia. Apesar disso, os valores encontrados situam-se distantes de países no topo da classificação estabelecida pelo Índice de Complexidade Econômica (ECI), indicando a necessidade de intervenções públicas para aprimorar as capacidades produtivas de cada país ao longo do tempo.

Palavras-chave: Índice de Complexidade Econômica; Crescimento desigual; Heterodoxia.

Classificação JEL: O1, O3, F1.

Abstract

The magnitude of technological asymmetries may be a determining factor for the uneven growth pattern among countries. As this is an important dimension of heterodox economic thinking in the context of the balance of payments constrained growth models, an investigation into the dynamics of the technological gap and the level of technological intensity observed between countries from the North and South is timely. This is the effort undertaken in this essay for the totality of Latin American and Caribbean countries. Based on a linear regression model for panel data, it was possible to observe that the temporal dynamics of the average level of technological intensity of the countries evaluated tend toward an equilibrium close to the intensity observed in countries such as Portugal and New Zealand. Despite this, the value found is far from countries at the top of the classification established by the Economic Complexity Index (ECI), indicating the need for public interventions to improve the productive capacities of each country over time.

Keywords: Economic Complexity Index; Uneven growth; Heterodox perspective.

JEL Code: O1, O3, F1.

* Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia (PPGE-UFU). Assessor Técnico da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). Contato: fernandesladeira@hotmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-6436-8643>

† Professor da Universidade Federal do ABC (UFABC) e do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia (PPGE-UFU). Pesquisador CNPq. Contato: fabio.terra@ufabc.edu.br. <https://orcid.org/0000-0002-2747-7744>

1. Introdução

A debacle das políticas econômicas liberalizantes experimentadas tanto por países de economias avançadas quanto em desenvolvimento, materializada nos reconhecidos episódios das crises do *subprime* (2007-2009) e da zona do Euro (2009-2013), fez renovar o interesse da academia e dos governos nacionais pelos aspectos técnicos, teóricos e políticos das correntes heterodoxas de pensamento econômico (Bárcena, 2016). Decerto, a emergência da pandemia do novo coronavírus representa componente adicional a este quadro e, apesar das trágicas implicações e dos custos sociais envolvidos, nos anos que vêm sucedendo tais eventos, tem sido possível discutir de forma menos dogmática o papel do estado na indução de mudanças estruturais e na promoção do aprimoramento produtivo (Bárcena & Prado, 2016). Nesse sentido, Caldentey (2016) afirma que é chegado o momento de agregar potencialidades e abrir espaços de diálogo entre correntes de pensamento que estão fora da economia *mainstream*.

Com efeito, o conhecimento da evolução da complexidade estrutural das economias nacionais, revelada por meio da composição de suas exportações, pode auxiliar o estudo da trajetória do crescimento e do desenvolvimento econômicos (Van Dam & Frenken, 2022). Nos anos recentes, o debate sobre o crescimento econômico e seus determinantes tem ganhado força graças ao surgimento de metodologias inovadoras que buscam capturar o conjunto de habilidades e conhecimentos produtivos que são indispensáveis para que uma determinada economia expanda e qualifique a sua produção na direção de uma oferta de bens e serviços progressivamente mais complexos, do ponto de vista tecnológico (Chávez, Mosqueda & Gómez-Zaldívar, 2017; Gala, Rocha & Magacho, 2018; Li & Rigby, 2023, entre outros).

Sendo lícito afirmar que os países atualmente ricos e avançados são, também, aqueles aptos a produzir mercadorias dos mais diversos conteúdos tecnológicos, cabe investigar se, por exemplo, as capacidades produtivas nacionais são o principal fator de protagonismo na oferta internacional de bens industriais. Para responder a esses e outros questionamentos, pesquisadores com renovado interesse na disciplina do desenvolvimento econômico têm proposto formas de mensurar a complexidade econômica de uma dada estrutura de produção de forma que seja possível revestir a investigação das relações entre diversificação/ubiquidade produtiva e desenvolvimento econômico do devido rigor científico.

A partir da observação de dados do comércio internacional de bens e de serviços, Albeaik, Kaltenberg, Alsaleh e Hidalgo (2017a), Cristelli, Tacchella e Pietronero (2015), Hausmann et al. (2011) e Ivanova, Strand, Kushnir e Leydesdorff (2017) demonstraram ser factível obter valiosos *insights* a respeito dos padrões que surgem da observação das distintas pautas exportadoras nacionais. Parte importante da conclusão desses trabalhos é que países desenvolvidos exportam uma ampla gama de produtos, ou seja, apresentam uma pauta exportadora diversificada e, adicionalmente, produzem mercadorias não ubíquas, evidenciando que países complexos são aqueles que possuem um conjunto abrangente de conhecimentos produtivos que permite fabricar, virtualmente, qualquer coisa.

A questão mais relevante que decorre desses padrões observados vem a ser a possibilidade de verificação de tradicionais argumentos desenvolvimentistas no que tange à relevância da configuração do setor produtivo para o desempenho econômico. Particularmente, em Rosenstein-Rodan (1943), Lewis (1954), Hirschman (1958) e Nurkse (1959), fica evidenciado o papel central desempenhado pelas mudanças estruturais nos rumos do progresso econômico.

Diante disso, o tema que versa sobre o avanço do conhecimento produtivo aponta para uma agenda de pesquisa de elevado interesse no âmbito dos mais variados campos da ciência econômica, tais como a Economia Regional, Organização Industrial, Economia da Informação, etc. Nesse ponto, para a abordagem da complexidade econômica, seria como se um produto específico (seja ele agrícola ou eletrônico, *e.g.*) fosse constituído do conjunto de habilidades necessárias para a sua produção. Entretanto, se por um lado o produto pode ser facilmente transferido entre os indivíduos por meio dos mecanismos de mercado, o conhecimento necessário para sua produção, não. Tal conhecimento pode ser tanto explícito quanto tácito.

O conhecimento explícito é aquele livremente disponível por intermédio dos veículos tradicionais de divulgação tais como manuais, livros, internet, etc. e são de fácil assimilação e replicação. Em contraponto, o conhecimento dito tácito é de difícil difusão e envolve as atividades mais elaboradas e técnicas que não se transferem por simples exposição. Procedimentos médicos e cálculos de engenharia são exemplos de conhecimento tácito.

Ainda que parte relevante da literatura pós-keynesiana originária tenha se dedicado ao estudo do padrão de crescimento de longo prazo de economias plenamente industrializadas partindo dos ensinamentos de Keynes (Harrod, 1939; Kaldor, 1957, *inter*

alia), cumpre destacar que, na hipótese de adequação dessa perspectiva ao caso das economias emergentes, é razoável supor que a resolução da questão das assimetrias de desenvolvimento tecnológico, logo, de complexidade, comum da comparação entre países ricos e pobres, seja convergente com as recomendações de políticas econômicas debatidas especificamente no contexto das teorias do subdesenvolvimento (Manna, 2020). Sob essa perspectiva, Cimoli e Porcile (2014), por exemplo, propuseram uma “caixa de ferramentas” capaz de ligar a macroeconomia pós-keynesiana baseada nos modelos de crescimento com restrições no balanço de pagamentos com a microeconomia evolucionária, que se ocupa de questões relacionadas às dinâmicas de inovação e aprendizado tecnológicos.

Dito isso, este ensaio teve por objetivo fundamental responder, a partir de um modelo de regressão linear para dados em painel de orientação heterodoxa, quais são os determinantes da trajetória temporal e o nível de equilíbrio da intensidade tecnológica, aqui representada pelo índice de complexidade econômica (ECI), para uma amostra com 19 países da América Latina e o Caribe, entre os anos de 2012 e 2020. Para além disso, buscamos oferecer também como contribuição elementos capazes de identificar convergências teóricas presentes nas tradições cepalina/estruturalista e pós-keynesiana, na tentativa de propor uma síntese de instrumentais analíticos até então fragmentados nos respectivos domínios acadêmicos, destacadamente no que diz respeito à mudança estrutural como promotora do desenvolvimento econômico.

Com este intuito, o trabalho está construído da forma que segue: a próxima seção traz uma sumária revisão de literatura. Na sequência são apresentados o modelo teórico, a estratégia econométrica de estimação e os resultados apurados. Apoiados nestes fatos, a última seção se ocupa das considerações finais.

2. Revisão de Literatura

Os modelos de crescimento de inspiração keynesiana, de acordo com Oreiro (2016), apresentam propósitos bem demarcados. Se por um lado, a família de modelos do tipo Kaldor-Pasinetti e Kaleckianos serve à análise de economias avançadas (plenamente industrializadas), por outro, temos os modelos de Kaldor-Thirlwall para a avaliação de economias em processo de industrialização. Em particular, uma conclusão fundamental dos modelos do tipo Kaldor-Thirlwall aponta para o fato de que países em processo de industrialização têm seu potencial de crescimento econômico limitado por restrições no balanço de pagamentos. Parte deste corolário específico dialoga com a escola de pensamento

que ficou conhecida como Estruturalismo Latino-Americano (LAS) ou escola Cepalina, de origem na Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) (Dávila-Fernández & Amado, 2015).

Segundo Cimoli e Porcile (2014), prova disso se encontra no fato de que as equações de fechamento de modelos de tradição no LAS coincidem exatamente com a conhecida Lei de Thirlwall¹. Por conseguinte, este campo de pesquisa apresenta amplo potencial de investigação, tendo em vista os avanços observados no desenvolvimento de metodologias para o cálculo da complexidade de sistemas produtivos com base justamente em dados de exportação, conformando indicadores indispensáveis para validar a aproximação em curso de duas das mais importantes correntes da heterodoxia econômica.

A esse respeito, a metodologia da Complexidade Econômica proposta por Hausmann et al. (2011) tem encontrado vasta e crescente aplicação nos mais diversos aspectos da pesquisa aplicada. Por se tratar de uma medida sintética normalizada, cuja expressão fundamental para um determinado país i é representada, em notação simplificada, por $ECI_i = \frac{\vec{k}_i - \langle \vec{k} \rangle}{stdev(\vec{k})}$, em que \vec{k}_i significa o autovetor relacionado a uma matriz de adjacência dotada de valores binários atribuídos para cada bem de exportação nacional (1, para exportação relevante e 0, caso contrário), $\langle \vec{k} \rangle$ representa a média do autovetor \vec{k} e $stdev(\vec{k})$ o desvio padrão (Hausmann et al., 2011), sua utilidade se torna bastante semelhante a de indicadores consagrados como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

Mesmo não estando isento de críticas, cujo destaque damos à fórmula de cálculo dos aludidos valores binários de determinação de relevância exportadora², o indicador tem o mérito de entregar uma grandeza associada a cada país, podendo variar entre $-\infty$ e ∞ , sendo adequado o seu emprego como *proxy* de estrutura e complexidade produtivas em modelos econométricos de interesse. Além disso, a abrangente disponibilidade de dados e o poder de síntese do ECI têm dado origem a estudos destacados sobre o tema e, diante do exposto, passemos a uma breve revisão destes trabalhos.

Objetivando analisar os determinantes do processo de desindustrialização brasileiro para o interstício 1998-2017, Oreiro, Manarin e Gala (2020) empregaram o ECI como

¹ A Lei de Thirlwall, grosso modo, afirma que o crescimento de longo prazo do produto depende das elasticidades-renda das importações e exportações (Thirlwall, 2012).

² Para um tratamento detalhado das potenciais fragilidades metodológicas, como também de proposituras alternativas ao ECI, ver, entre outros, os trabalhos de Hidalgo e Hausmann (2009), De La Cruz e Riker (2012), Cristelli, Gabrielli, Tacchella, Caldarelli e Pietronero (2013) e Albeaik, Kaltenberg, Alsaleh e Hidalgo. (2017b).

variável explicativa do percentual de participação dos bens industriais no produto interno bruto (PIB), um dos critérios tecnicamente reconhecidos para caracterizar o referido processo. Como achado geral, os autores identificaram que a depreciação da taxa de câmbio de equilíbrio industrial, naquele período, foi resultado da redução da competitividade da indústria de transformação brasileira.

De maneira diversa, Hartmann e Pinheiro (2022) exploraram o papel do indicador de complexidade sobre o nível de desigualdades regionais e nacionais para uma amostra abrangente de países e regiões. De posse do ECI e do tradicional Coeficiente de Gini para o ano de 2010, o trabalho evidenciou, entre outros aspectos, que altos níveis de Complexidade Econômica estão associados com menores patamares de desigualdade de renda, quando a comparação se dá entre países. Todavia, a relação se inverte, ou seja, se torna positiva quando avaliadas regiões geográficas subnacionais, caso das mesorregiões brasileiras e regiões metropolitanas estadunidenses, fenômeno denominado Paradoxo de Simpson.

Mais aderente ao estudo aqui elaborado, Oreiro, D'Amato, D'Agostini e Gala (2022) buscaram medir o atraso tecnológico de países de média e baixa rendas para o período compreendido entre 2001 e 2014, no contexto de uma amostra de 47 países em desenvolvimento. Nesta pesquisa, o ECI foi utilizado como preditor da variável dependente “diferença relativa da qualidade do emprego”. Para os autores, os resultados apurados indicaram que a qualidade do emprego, o estoque de capital por trabalhador e a política industrial são relevantes para diminuir a disparidade de renda entre as economias em desenvolvimento, quando comparadas com a realidade dos Estados Unidos.

Mais ainda: em estudo recente, Gräbner e Hafele (2020) promoveram uma análise do padrão de desenvolvimento econômico, no âmbito de países europeus, assumindo tanto os postulados da teoria estruturalista latino-americana quanto do aparato instrumental da complexidade econômica, no período dos últimos sessenta anos. Segundo os autores, existem evidências de intercâmbio tecnológico desequilibrado no continente, com consequente presença e estabilidade de estruturas do tipo centro-periferia na União Europeia.

Assim, também é propósito deste manuscrito fazer avançar o entendimento das potencialidades do ECI em modelos do tipo norte-sul de desenvolvimento desigual, apresentando, pela primeira vez na literatura nacional, uma sondagem da dinâmica do *gap* e do nível de intensidade tecnológicos observados entre uma amostra de países da América do

Sul e Caribe e seus congêneres da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), tendo como suporte teórico a discussão presente nas correntes de pensamento do pós-keynesianismo e do LAS.

3. O Modelo Analítico

A diversidade de estudos que buscam identificar as dinâmicas próprias de um sistema econômico bem definido entre economias desenvolvidas do Norte e atrasadas do Sul cumpre a precípua tarefa de aproximar a modelagem econômica do funcionamento real da economia mundial. Sendo essa a discussão na qual está inserido o escopo central deste estudo, passamos a apresentar, em breve compilado, uma recapitulação de trabalhos que se encarregam especificamente do tópico do padrão de desenvolvimento desigual e seus antagonismos.

Em princípio, o trabalho seminal de Cimoli (1988) examinou, fundamentado em um modelo de bens contínuos, a relação entre a dinâmica da renda de países do Norte e do Sul e as assimetrias tecnológicas e de dotação do fator trabalho. Como conclusões gerais, o autor identificou a emergência de dominância tecnológica do Norte, impacto relativo e mútuo entre os processos de inovação e imitação e, finalmente, a capacidade de imitação do Sul como condição necessária para convergência das rendas respectivas.

Por seu turno, Botta (2009) apresentou um modelo do tipo Norte-Sul com mudança estrutural, industrialização e processo de convergência de renda. Partindo do questionamento de como a industrialização impacta o desenvolvimento desigual e os processos de convergência, o trabalho constatou a existência de múltiplos caminhos de crescimento, com o correspondente equilíbrio “*path dependence*” de longo prazo.

Na literatura nacional, destacamos a abordagem de Gabriel, Jayme e Oreiro (2019). Em suma, fazendo uso de um modelo macrodinâmico kaldoriano, os pesquisadores concluíram que o processo de convergência entre o Norte e o Sul é função do hiato tecnológico e da mudança estrutural e, para que esse mesmo processo se efetive, restou evidenciada a necessidade de aumento das atividades inovativas no Sul e de criação de elevados efeitos de *spillovers* industriais com relação à magnitude do hiato tecnológico prevalecente.

Tendo por base todo o referencial teórico e metodológico discutido até este ponto, passemos à exploração empírica do modelo linear LAS de intensidade tecnológica definido por Cimoli e Porcile (2014), assumindo a estratégia definida por Gebrerufael (2017), qual

seja, a definição de *proxies* para a intensidade tecnológica produtiva do sul geográfico, bem como para o atraso tecnológico desta mesma região face aos países ricos (ou do Norte).

Para tanto, a intensidade tecnológica dos países pobres (Sul) é dada por:

$$N = e_{ci} \quad (1)$$

em que N representa a intensidade tecnológica do Sul, sendo expressa na forma do Índice de Complexidade Econômica, e_{ci} .

Extraindo a derivada de N com relação ao tempo t , obtemos:

$$\dot{N} = \frac{dN}{dt} = \frac{de_{ci}}{dt} = \dot{e}_{ci} \quad (2)$$

sendo que, a positividade da derivada implica que a estrutura produtiva do Sul está se tornando mais complexa ao longo do tempo, sendo o contrário igualmente verdadeiro.

Na sequência, para definir as variáveis que podem impactar a intensidade tecnológica do Sul, cabe introduzir os conceitos de produtividade relativa do trabalho e taxa relativa de salários no Sul *vis-à-vis* ao Norte, para fins de se determinar em que localidade é mais viável a produção de uma dada mercadoria.

Pois bem, deixe π_s , W_s , π_n , W_n assumirem o valor da produtividade do trabalho e a taxa de salário do Sul e do Norte, respectivamente e, ainda, e representar a taxa de câmbio para que tenhamos:

$$\pi = \frac{\pi_s}{\pi_n} \quad (3)$$

isto é, a produtividade relativa (π). Assim como:

$$W = \frac{W_s}{W_n \cdot e} \quad (4)$$

assume a taxa relativa de salários (W).

Considerando (3) e (4), a condição para que qualquer mercadoria seja produzida no Sul assume a seguinte inequação:

$$\frac{W_s}{\pi_s} \leq W_n \cdot \frac{e}{\pi_n} \quad (5)$$

o que, rearranjando, nos fornece:

$$\frac{\pi_s}{\pi_n} \geq \frac{W_s}{W_n \cdot e} \quad (6)$$

significando que, para um dado bem ou produto, sua produção se dará no Sul se a produtividade relativa for, no mínimo, equivalente à taxa de salário relativa. Caso individualizemos tanto a produtividade quanto a taxa de salários relativas e façamo-las assumir o subscrito j para cada bem passível de produção, chegaremos em:

$$\pi_j \geq W_j \quad (7)$$

Se levarmos em conta que quanto maiores forem as assimetrias tecnológicas entre os países ricos e pobres (representadas pela renda *per capita* relativa), também serão maiores, em média, os requisitos tecnológicos exigidos da porção menos desenvolvida do conjunto investigado para a produção de uma dada mercadoria (cuja *proxy* é o índice de complexidade). Em face disso, podemos afirmar que a probabilidade desse mesmo bem ser produzido no Sul tende a ser menor.

A propósito, chamemos de G o “*gap*” tecnológico entre o Norte e o Sul. Ou seja:

$$G = \ln \left(\frac{T_n}{T_s} \right) \quad (8)$$

em que $\frac{T_n}{T_s}$ significa a assimetria tecnológica entre o Norte e o Sul e equivale à definição proposta por Gabriel, Jayme e Oreiro (2019).

Isto posto, temos, enfim, a seguinte relação funcional entre produtividade, intensidade e *gap* tecnológicos:

$$\pi_i = \alpha + \beta N + \theta G \quad (9)$$

Donde se espera que β e θ sejam negativos, pelos motivos expostos.

Para melhor entendimento, e em acordo com o arcabouço do modelo LAS, considere que W_i seja uma função da taxa relativa de crescimento entre o Sul e o Norte:

$$W_i = \phi \left(\frac{y_s}{y_n} \right) \quad (10)$$

sendo a fração entre parênteses a expressão das taxas relativas de crescimento da renda e ϕ um parâmetro restrito a valores positivos.

Considerando a sequência de equações caracterizadas entre (3) e (10), podemos definir que a derivada da intensidade tecnológica com relação ao tempo depende diretamente da diferença entre a produtividade e a taxa de salário nominal relativo. Em termos algébricos:

$$\dot{N} = \lambda(\pi_i - W_i), \quad \lambda > 0 \quad (11)$$

O que implica que produtividade e intensidade tecnológica se reforçam mutuamente ao longo do tempo.

Agora, substituindo (9) e (10) em (11), temos:

$$\dot{N} = \lambda(\alpha + \theta G + \beta N - \phi y) \quad (12)$$

expressão que declara que a dinâmica da intensidade tecnológica do Sul depende da assimetria tecnológica (G), da própria intensidade tecnológica pregressa e da taxa relativa de crescimento.

Em vista de definir os determinantes da taxa de crescimento da renda (y), podemos, de acordo com os postulados do modelo e com a Lei de Thirlwall, afirmar que esta depende positivamente da capacidade produtiva. De onde decorre que:

$$y = \psi N, \quad \text{em que } \psi > 0 \quad (13)$$

e, substituindo (13) em (12), chega-se em:

$$\dot{N} = \lambda[\alpha + \theta G + (\beta - \phi\psi)N] \quad (14)$$

que corresponde a uma equação diferencial cujo nível de equilíbrio ($\dot{N} = 0$) da intensidade tecnológica do Sul é dado por:

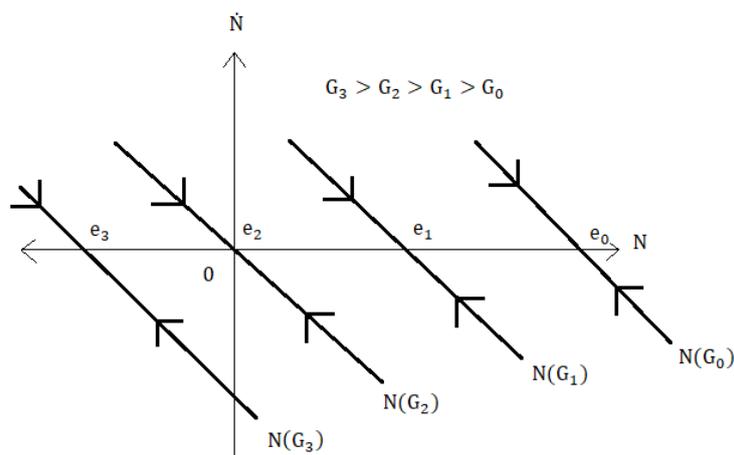
$$N = -\frac{(\alpha + \theta G)}{\beta - \phi\psi}, \quad (15)$$

desde que $\alpha > 0, \theta < 0, \beta < 0, \phi > 0$ e $\psi > 0$. Todas essas informações servem para afirmar que, quanto maior o nível da assimetria tecnológica (o “*gap*”), mais difícil é para os países do Sul produzirem mercadorias tecnologicamente complexas e diversificadas, impactando, dessa forma, a taxa de crescimento da renda e do produto, visto o processo regressivo de especialização produtiva que se dá nesses casos (Hausman & Rodrik, 2003).

Por outra via, para o caso cujos países ostentam capacidades (“*capabilities*”) suficientes para reproduzir em seus territórios as condições tecnológicas observadas nas nações mais avançadas, o atraso estrutural aparente termina por ser uma vantagem comparativa, uma vez que o processo de aprendizagem tecnológica pode se dar por vias mais aceleradas, em virtude do conjunto de conhecimento já disponível internacionalmente (Abramovitz, 1986; Westphal, 2002; Gerschenkron, 2015; Lin, 2016).

Em função do conjunto teórico apresentado, o diagrama de fases representativo da equação diferencial definida em (14) e (15) assume a seguinte conformação:

Figura 1 - Diagrama de fases do modelo LAS



Fonte: Gebrerufael (2017).

Da figura acima, observamos que para cada ponto de equilíbrio da intensidade tecnológica nacional (e_0, e_1 , etc.) deriva do diagrama de fases [$N(\cdot)$] dos respectivos *gaps* tecnológicos (G_1, G_2 , etc.). Isto significa que quanto menor nível de assimetria tecnológica, maior a intensidade absoluta, e *vice-versa*.

4. Estratégia Econométrica e Fontes dos Dados

Em função do modelo exposto na seção anterior, o exercício empírico a ser empreendido neste estudo seguirá a fórmula definida em (14) e cuja especificação econométrica será dada por:

$$\dot{N}_{it} = \lambda[\alpha - \theta G_{it} - (\beta + \phi\psi)N_{it}] + u_{it} \quad (16)$$

em que os subscritos i e t referem ao valor observado no país i do Sul no período t de tempo, sendo, as demais variáveis, definidas de acordo com a discussão antecedente e u_{it} respondendo pelo resíduo, ou termo de erro, da reta de regressão. A técnica de estimação empregada será por efeitos fixos (*within*), com a devida justificativa exposta na seção de resultados a seguir.

Em relação aos dados empregados, para a construção da variável N , foi utilizada a série temporal do Índice de Complexidade Econômica (ECI), disponível no repositório no site *The Observatory of Economic Complexity*³ e cuja metodologia e demais aspectos analíticos constam do mesmo. Por sua vez, a variável G , o “*gap*” tecnológico, foi construída a partir da divisão da renda real *per capita* (em dólares americanos constantes de 2015) de cada país do Sul componente da amostra pela renda *per capita* média dos países da OCDE (países ricos). Todas as informações originárias foram extraídas do sítio eletrônico do Banco Mundial⁴.

Por fim, reportamos que o lapso de tempo considerado foi aquele entre os anos de 2012 e 2020, em função da disponibilidade de dados necessários para haver concomitância das séries. Isso dito, os países cujos dados disponíveis permitiram construir o modelo analítico e, por consequência, compõem a amostra do presente estudo são os seguintes: Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, Equador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, Uruguai.

5. Estatísticas Descritivas e Resultados

Preliminarmente à apresentação dos resultados apurados, procederemos à exibição das estatísticas sumárias de praxe, subsidiárias a uma melhor compreensão do modelo

³ Disponível em: <https://oec.world/en/rankings/eci/hs6/hs96?tab=table>.

⁴ Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD>.

empírico desenvolvido. Assim, a tabela que segue traz as informações correspondentes a cada variável. Vejamos:

Tabela 1 - Estatísticas sumárias

Variável	Observações	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
\dot{e}_{ci}	171	-0,006	0,07	-0,27	0,21
e_{ci}	164	-0,17	0,55	-1,28	1,20
G	171	1,71	0,59	0,80	2,94

Fonte: dados da pesquisa.

Com base nesses valores, destacamos que, para o caso da taxa de variação da complexidade econômica ao longo do tempo, variável (\dot{e}_{ci}), a média retornada ficou na magnitude de -0,006. Por outro lado, os valores mínimo e máximo foram de -0,27 e 0,21, em respectivo, para o Equador em 2016, no caso do mínimo, e para o Paraguai, em 2017, foi atribuído o maior valor calculado. Como dito, a presença de valor negativo para a essa variável indica perda de complexidade ao longo do tempo.

Quando considerada a variável em nível, e_{ci} , a média para o conjunto da amostra ficou situada em -0,17, evidenciando o caráter arcaico médio das realidades produtivas latino-americanas. Mesmo assim, podemos notar que o valor mínimo de complexidade econômica no período analisado pertence à Nicarágua em 2017 (-1,28, aproximadamente), e o máximo de 1,20 (México, também em 2017) demonstram a heterogeneidade estrutural quando feita a comparação entre os países da região.

Por último, vemos que a variável de assimetria tecnológica (G) exibe valores estatísticos igualmente dispersos. Ainda que a média tenha se situado em algo próximo a 1,71, os valores extremos de 0,806 e 2,947, *gaps* tecnológicos mínimo e máximo, respectivamente, para Uruguai em 2014, e Nicarágua em 2019, mostram como o indicador oscila ao longo do tempo e dos países avaliados.

Adiante, e visando estabelecer critério objetivo que permita definir o melhor método de regressão para a análise presente, procedeu-se ao teste de especificação de Hausman para que fosse possível decidir entre o modelo de efeitos fixos (EF) e o modelo de efeitos aleatórios (EA), uma vez que suas aplicações não são livremente intercambiáveis

(Gebrerufael, 2017). Eis o diagnóstico:

Tabela 2- Teste de especificação de Hausman

	Coeficiente
χ^2	73,2
p-valor	0

Fonte: dados da pesquisa.

Como preconizado pelo método (Hausman, 1978), a diferença sistemática entre os coeficientes de EF e EA, rejeição da hipótese nula, representa evidência em favor do modelo de EF, sendo este método o correto a ser aplicado. Adicionalmente, o modelo foi implementado com erros-padrão robustos para evitar a influência de autocorrelação dos termos de erro.

Doravante, serão apresentados os resultados do modelo econométrico proposto para que, na sequência, alguns apontamentos pertinentes tenham embasamento à luz do referencial teórico apresentado e de outras evidências disponíveis na literatura especializada.

Desse modo, salientamos que com o objetivo de indicar a robustez dos resultados, cada variável explicativa do modelo foi testada isoladamente como regressor, para que, ao final da tabela de resultados, o modelo completo fosse descrito. Por essa razão, a Tabela 3, abaixo, é composta pelas regressões EF(1), EF(2) e EF(3) e seus respectivos valores paramétricos estimados. Sendo a mesma:

Tabela 3- Regressões com erros-padrão robustos

Variável dependente eci_{it}	EF(1)	EF(2)	EF(3)
eci_{it}	0,33*** (5,12)		0,36*** (4,35)
G_{it}		-0,20** (-2,50)	0,13 (1,09)
Constante	0,05*** (6,12)	0,34** (2,45)	-0,17 (-0,86)
R^2 (<i>within</i>)	0,18	0,01	0,19
N	164	171	164

Notas: ** p<0.05, *** p<0.010. Estatística t entre parênteses

Com base nos resultados apurados, podemos afirmar que existe um equilíbrio instável para a variável de intensidade tecnológica, em virtude do coeficiente positivo e estatisticamente significativo do indicador de complexidade (eci). Diante disso, a reta de regressão apurada, após a supressão dos subscritos, assume a seguinte forma:

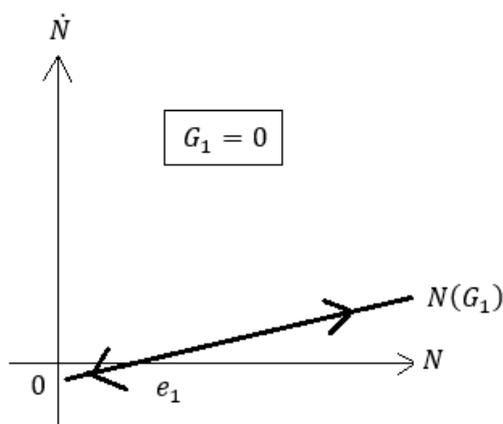
$$\dot{N} = -0,174 + 0,361N + 0,133G \quad (17)$$

valores que, na condição de equilíbrio em que a derivada em relação ao tempo assume o valor zero, fazem com que o nível de complexidade econômica estacionário (médio, no caso) seja igual a:

$$N = \frac{0,174 - 0,133G}{0,361} \quad (18)$$

fato que implica que, na média, se considerarmos o crescimento da complexidade econômica (intensidade tecnológica) para o conjunto de países da América Latina e Caribe até o nível em que o *gap* tecnológico desapareça, isto é, $G = 0$, a equação sugere um potencial para crescimento do índice até o valor de, aproximadamente, 0,48 (resultado da fração: $[0,174/0,361]$), grandeza essa similar a de países como Portugal e Nova Zelândia, atualmente (*Observatory of Economic Complexity* [OEC], 2022). Em termos gráficos, um esboço do diagrama de fases da equação diferencial estável calculada pode ser, assim, expresso:

Figura 2- Diagrama de fases para o modelo empírico



Fonte: dados da amostra

Este resultado, apesar de incompatível com a previsão teórica do modelo LAS, dados os valores positivos dos parâmetros das variáveis N e G , concorda com o trabalho pioneiro de Gebrerufael (2017). Neste, o autor testou para uma amostra de países africanos e identificou apenas como estatisticamente significativo o parâmetro da variável N . Ainda assim, o sinal encontrado foi igualmente positivo, indicando, no caso, um nível de equilíbrio de N negativo e uma instabilidade do modelo de intensidade tecnológica, sinal de especialização regressiva da produção, em direção a produtos de menor intensidade tecnológica.

Posto isto, parece que as chances de crescimento temporal da intensidade tecnológica da produção econômica dos países estudados não são muito promissoras. De fato, o fenômeno que se observa desde a década de 1980 é o da intitulada desindustrialização prematura⁵ da região (Castillo & Martins Neto, 2016). Além do mais, vimos que as restrições de balanço de pagamentos podem significar o refreamento da expansão do produto, resultando em interrupção do desejado processo de convergência de renda entre as frações de países do Norte e do Sul. De fato, não chega a ser absurdo afirmar que a estagnação da complexidade econômica da América Latina e do Caribe configura importante elemento causador de restrições comerciais desses territórios, dada a generalizada oferta de matérias-primas e *commodities* em detrimento de bens industriais no mercado internacional.

Neste ponto, é lícito afirmar que a América Latina e o Caribe, provavelmente, ainda padeçam com uma dinâmica econômica desfavorável aos ganhos de complexidade, devido

⁵ Diz-se do processo em que as economias retardatárias não atingem a transformação estrutural do setor secundário compatível com a renda e a complexidade produtiva das potências desenvolvidas (Rodrigues, 2021).

aos efeitos da desindustrialização levada a cabo nos últimos quarenta anos. Na verdade, os esforços de desenvolvimento industrial, mobilizados em meados do século XX em grande parte dos países da região, resultou em elevações contínuas do ECI (Gebrerufael, 2017). Entretanto, essa trajetória vem sendo revertida diante da implementação de políticas econômicas liberalizantes e que podem lançar o continente em um ciclo de regressão estrutural de resolução excessivamente complexa, impactando as condições materiais de sua população, com aumento da miséria e dos problemas sociais decorrentes.

6. Considerações finais

Este artigo pretendeu reunir pontos de contato entre a literatura pós-keynesiana, o estruturalismo latino-americano e o moderno conceito de complexidade econômica para tentar demonstrar a validade das conclusões gerais que sobressaem da solução ótima dos modelos analíticos desenvolvidos por essas escolas de pensamento. Mais especificamente, o modelo empírico proposto, buscou relacionar o comportamento da assimetria tecnológica, capturada pela proporção das rendas *per capita* dos países da OCDE expressa em termos das rendas latino-americanas, comparado com a dinâmica da intensidade tecnológica produtiva, representada pela complexidade econômica dos países amostrados para o período de 2012 a 2020.

Entre as evidências encontradas, destacam-se o coeficiente estatisticamente significativo para o indicador de complexidade econômica e em desacordo com o previsto pela literatura teórica, tanto para a variável explicativa de intensidade quanto de *gap* tecnológico, apesar de este não ter apresentado significância estatística. Desta forma, foi possível rejeitar a hipótese de irrelevância apenas do fator ECI para a variação do nível de intensidade tecnológica ao longo do tempo. Ainda assim, o valor médio apurado para o equilíbrio de N , no ponto em que a sua variação no tempo é zero e a paridade de renda entre os países ricos e pobres é perfeita, isto é, equivalente a 1 ($G = 0$), ficou situado em torno de 0,4, quantitativo já observado em países como o Brasil (OEC, 2022). Ou seja, o ponto de equilíbrio calculado pelo modelo, além de muito distante de países na fronteira do domínio tecnológico, não apresenta potencial de crescimento temporal relevante. Assim, conforme perquirido ao início desta pesquisa, os indícios levam a pressupor que é plausível que as capacidades produtivas locais concorram para a hegemonia na oferta de bens tecnologicamente mais sofisticados e, conseqüentemente, impliquem em maior nível de crescimento econômico.

Se tomados pelo valor de face, os resultados encontrados neste trabalho indicam que os países da América Latina não podem alcançar níveis avançados de renda *per capita*, uma vez que, segundo o referencial teórico apresentado, o nível de desenvolvimento industrial é determinante para o crescimento econômico. Por certo, tal afirmação exige ponderação, uma vez que a intuição nos diz que o nível estacionário de complexidade revelado pelo modelo condiz com estruturas produtivas claramente menos sofisticadas do que as mesmas já foram no passado; obviamente restando o desafio de se repetir o sucesso relativo de industrialização experimentado naquele tempo.

De forma complementar, se avaliarmos países cujos processos de industrialização tenham ocorrido de maneira acelerada, caso do Japão e da Coréia do Sul, podemos afirmar que, provavelmente, seus níveis de produto e renda são diretamente dependentes da altíssima sofisticação produtiva disponível. De forma contrária, as nações latino-americanas e caribenhas, por terem experimentado episódios de marcha e contramarcha em seus processos de desenvolvimento, podem apresentar padrões de renda mais resilientes e menos sensíveis às estruturas produtivas locais.

Tudo isso em tela reforça que o aprendizado tecnológico se torna gradativamente mais difícil conforme aumentam as assimetrias tecnológicas entre os países do Norte e do Sul e, muito provavelmente, a ambição de convergência plena de renda entre as nações seja um fenômeno muito difícil de ocorrer, suscitando, cada vez mais, a premência de políticas econômicas específicas para o aprimoramento do aprendizado tecnológico e de *upgrade* dos parques produtivos daqueles países menos favorecidos.

Referências

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *The journal of economic history*, 46(2), 385-406. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0022050700046209>
- Albeaik, S., Kaltenberg, M., Alsaleh, M. & Hidalgo, C. A. (2017a). Improving the economic complexity index. *arXiv preprint arXiv:1707.05826*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1707.05826>
- Albeaik, S., Kaltenberg, M., Alsaleh, M. & Hidalgo, C. A. (2017b). Measuring the knowledge intensity of economies with an improved measure of economic complexity. *arXiv preprint arXiv:1707.05826*.

- Bárcena, A. (2016). Foreword. In: A. Bárcena & A. Prado (eds.) *Neostructuralism and heterodox thinking in Latin America and the Caribbean in the early twenty-first century*. Santiago: ECLAC, 2016. LC/G. 2633-P. p. 13-16. Disponible em <<https://repository.eclac.org/handle/11362/40121>>
- Bárcena, A. & Prado, A. (2016). Introduction. In: A. Bárcena & A. Prado (eds.) *Neostructuralism and heterodox thinking in Latin America and the Caribbean in the early twenty-first century*. Santiago: ECLAC, 2016. LC/G. 2633-P. p. 17-28. Disponible em <<https://repository.eclac.org/handle/11362/40121>>
- Botta, A. (2009). A structuralist North–South model on structural change, economic growth and catching-up. *Structural Change and Economic Dynamics*, 20(1), 61-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2008.12.001>
- Caldentey, E. P. (2016). A time to reflect on opportunities for debate and dialogue between (neo) structuralism and heterodox schools of thought. In: A. Bárcena & A. Prado (eds.) *Neostructuralism and heterodox thinking in Latin America and the Caribbean in the early twenty-first century*. Santiago: ECLAC, 2016. LC/G. 2633-P. p. 31-83. Disponible em <<https://repository.eclac.org/handle/11362/40121>>
- Castillo, M. & Martins Neto, A. (2016). Premature deindustrialization in Latin America. *ECLAC – Production Development Series n° 205*. Santiago: ECLAC. Disponible em <<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40241>>
- Chávez, J. C., Mosqueda, M. T. & Gómez-Zaldívar, M. (2017). Economic Complexity and Regional Growth Performance: Evidence from the Mexican Economy. *Review of Regional Studies*, 47(2). DOI: <https://doi.org/10.52324/001c.8023>
- Cimoli, M. (1988). Technological gaps and institutional asymmetries in a North-South model with a continuum of goods. *Metroeconomica*, 39(3), 245-274. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-999X.1988.tb00878.x>
- Cimoli, M. & Porcile, G. (2014). Technology, structural change and BOP-constrained growth: a structuralist toolbox. *Cambridge journal of economics*, 38(1), 215-237. DOI: <https://doi.org/10.1093/cje/bet020>
- Cristelli, M., Gabrielli, A., Tacchella, A., Caldarelli, G. & Pietronero, L. (2013). Measuring the intangibles: A metrics for the economic complexity of countries and

- products. *PloS one*, 8(8), e70726. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0070726>
- Cristelli, M., Tacchella, A. & Pietronero, L. (2015). The heterogeneous dynamics of economic complexity. *PloS one*, 10(2), e0117174. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117174>
- Dávila-Fernández, M. & Amado, A. (2015). Entre a lei de Thirlwall e a hipótese Prebisch-Singer: uma avaliação da dinâmica dos termos de troca em um modelo de crescimento com restrição no Balanço de Pagamentos. *Economia e Sociedade*, 24, 87-119. DOI: <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2015v24n1art4>
- De La Cruz, J. & Riker, D. (2012). Product space analysis of the exports of Brazil. *US Internat. Trade Commission, Office of Economics*. Disponível em <<https://www.usitc.gov/publications/332/EC201206A.pdf>>
- Gabriel, L. F., Jayme, F. G. & Oreiro, J. L. C. (2019). Mudança Estrutural, Hiato Tecnológico e Capital Humano em um modelo norte-sul de crescimento com restrição de balanço de pagamentos. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 49, 465-499. DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-41614932lfj>
- Gala, P., Rocha, I. & Magacho, G. (2018). The structuralist revenge: economic complexity as an important dimension to evaluate growth and development. *Brazilian journal of political economy*, 38, 219-236. DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-31572018v38n02a01>
- Gebrerufael, S. G. (2017). Dynamics of Product Complexity in Africa. *Journal of Heterodox Economics*, 4(1), 11-35. DOI: <https://doi.org/10.1515/jheec-2017-0002>
- Gerschenkron, A. (2015). *Economic backwardness in historical perspective* (1962). Cambridge MA.
- Gräbner, C. & Hafele, J. (2020). The emergence of core-periphery structures in the European Union: A complexity perspective (No. 6). *ZOE Discussion Papers*.
- Harrod, R. F. (1939). An essay in dynamic theory. *The economic journal*, 49(193), 14-33. DOI: <https://doi.org/10.2307/2225181>
- Hartmann, D. & Pinheiro, F. L. (2022). Economic complexity and inequality at the national and regional level. *arXiv preprint arXiv:2206.00818*. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2206.00818>

- Hausman, J. A. (1978). Specification tests in econometrics. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 1251-1271. DOI: <https://doi.org/10.2307/1913827>
- Hausmann, R., Hidalgo, C., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A. & Yildirim, M. A. (2011). The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity. *Cambridge: Center for International Development, Harvard University*. Disponível em <https://oec.world/pdf/AtlasOfEconomicComplexity_Part_I.pdf>
- Hausmann, R. & Rodrik, D. (2003). Economic development as self-discovery. *Journal of development Economics*, 72(2), 603-633. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(03\)00124-X](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(03)00124-X)
- Hidalgo, C. A. & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), 10570-10575. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>
- Hirschman, A. (1958): *The Strategy of Economic Development*. Yale University Press, New Haven.
- Ivanova, I., Strand, Ø., Kushnir, D. & Leydesdorff, L. (2017). Economic and technological complexity: A model study of indicators of knowledge-based innovation systems. *Technological forecasting and social change*, 120, 77-89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.04.007>
- Kaldor, N. (1957). A model of economic growth. *The economic journal*, 67(268), 591-624. DOI: <https://doi.org/10.2307/2227704>
- Lewis, W. A. (1954). Economic development with unlimited supplies of labour. *The Manchester School*, 22(2), 139-191.
- Li, Y. & Rigby, D. (2023). Relatedness, complexity, and economic growth in Chinese cities. *International Regional Science Review*, 46(1), 3-37. DOI: <https://doi.org/10.1177/01600176221082308>
- Lin, J. Y. (2016). The latecomer advantages and disadvantages. A new structural economics perspective. In: M. Andersson & T. Axelsson (eds.), *Diverse development paths and structural transformation in the escape from poverty*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Manna, J. V. N. C. (2020). The convergences between post Keynesian and developmental approaches: the post Keynesianism applied to emerging countries. *Brazilian Journal of Political Economy*, 40, 37-52. DOI: <https://doi.org/10.1590/0101-31572020-3030>

- Nurkse, R. (1959). *Patterns of Trade and Development*. Stockholm: Almqvist and Wiksell.
- Observatory of Economic Complexity. (2022). *The Observatory of Economic Complexity*. Recuperado em 19 de junho de 2022, de The Observatory of Economic Complexity: <https://atlas.media.mit.edu/es/>
- Oreiro, J. L. C. (2016). *Macroeconomia do desenvolvimento: uma perspectiva keynesiana*. Rio de Janeiro: LTC, 1.
- Oreiro, J. L. C., Manarin, L. L. & Gala, P. (2020). Deindustrialization, economic complexity and exchange rate overvaluation: the case of Brazil (1998-2017). *PSL Quarterly Review*, 73(295), 313-341. DOI: https://doi.org/10.13133/2037-3643_73.295_3
- Oreiro, J. L. C., D'Amato, S. W., D'Agostini L. L. M. & Gala P. S. O. S. (2022), "Measuring the technological backwardness of middle- and low-income countries: The employment quality gap and its relationship with the per capita income gap", *PSL Quarterly Review*, 75 (301):139-159. DOI: <https://doi.org/10.13133/2037-3643/17784>
- Rodrigues, B. (2021). A Geoeconomia Híbrida da China na América do Sul: o uso de instrumentos econômicos duais para fins geopolíticos. *Carta Internacional*, 16(1), e1085-e1085. DOI: <https://doi.org/10.21530/ci.v16n1.2021.1085>
- Rosenstein-Rodan, P. N. (1943). Problems of industrialisation of eastern and south-eastern Europe. *The economic journal*, 53(210-211), 202-211. DOI: <https://doi.org/10.2307/2226317>
- Thirlwall, A.P. (2012). Balance of Payments Constrained Growth Models: History and Overview. In: E. Soukiazis & P.A. Cerqueira (eds) *Models of Balance of Payments Constrained Growth*. Palgrave Macmillan, London. DOI: https://doi.org/10.1057/9781137023957_2
- Van Dam, A., & Frenken, K. (2022). Variety, complexity and economic development. *Research Policy*, 51(8), 103949. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103949>
- Westphal, L. E. (2002). Technology strategies for economic development in a fast changing global economy. *Economics of innovation and new technology*, 11(4-5), 275-320. DOI: <https://doi.org/10.1080/10438590200000002>