

# Medindo *upgrading* estrutural: uma análise a partir de componentes principais

*Measuring structural upgrading: applying principal component analysis in a global value chain framework*

*Kaio Vital da Costa*<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro

## Abstract

The main objective of the article is to analyze, based on the analysis of principal components and data grouping, the relationship between structural upgrading indicators and the inclusion of those countries in the GVCs for a group of 43 countries. To achieve this objective, the study builds six upgrading indicators in three dimensions: product, process and functional. In addition to these six indicators, the study uses an indicator that measures the complexity of countries' productive structures. The results show that structural complexity has a positive and statistically significant relationship with the share of wages in income, and more capital-intensive countries also have higher levels of labor productivity and employment associated with exports. The study also shows a diversity of development patterns related to participation in GVCs and the structural upgrading process.

## Keywords

global value chains, industrial upgrading, input-output analysis.

**JEL Codes** F14, O14, C67.

## Resumo

*O objetivo geral do artigo é investigar, a partir da análise de componentes principais e agrupamento de dados, a relação entre os indicadores de upgrading estrutural e a inserção daqueles países nas CGVs para um grupo de 43 países. Para a realização desse objetivo, o estudo constrói seis indicadores de upgrading em três dimensões: produto, processo e funcional. Além desses seis indicadores, o estudo utiliza um indicador que mede a complexidade das estruturas produtivas dos países. Os resultados mostram que a complexidade estrutural possui uma relação positiva e estatisticamente significativa com a participação dos salários na renda, e países mais intensivos em capital também apresentam maiores níveis de produtividade do trabalho e emprego associados às exportações. O estudo mostra ainda uma diversidade de padrões de desenvolvimento relacionados à participação nas CGVs e ao processo de upgrading estrutural.*

## Palavras-chave

*cadeias globais de valor, upgrading industrial, insumo-produto.*

**Códigos JEL** F14, O14, C67.

## 1 Introdução

As redes globais de produção e as cadeias de valor globais (CGVs) são uma característica definidora do “comércio do século XXI” (Baldwin, 2011). A produção geograficamente dispersa, também conhecida como “segunda desagregação” (Baldwin, 2013), foi possibilitada pelos desenvolvimentos tecnológicos, em particular pela revolução das tecnologias da informação e da comunicação (TICs), que reduziu drasticamente os custos de comunicação e, portanto, os custos de coordenação de *offshoring*. A existência de grandes diferenças nos custos salariais entre os países tornou lucrativa a produção fragmentada internacionalmente (Arndt; Kierzkowski, 2001).

As novas oportunidades decorrentes da fragmentação da produção e da inserção dos países nas CGVs suscitaram grandes expectativas quanto aos impactos positivos da integração dessas cadeias nas economias em desenvolvimento. Isso se deve a pelo menos dois motivos. Em primeiro lugar, na presença de CGVs, os países podem se vincular à produção de manufatura mais facilmente, pois é suficiente dominar um segmento do processo de produção em vez de criar domesticamente toda a gama de capacidades, produtivas e tecnológicas necessárias para a produção de bens e serviços (Collier; Venables, 2007). Em segundo lugar, as empresas multinacionais estrangeiras que gerenciam redes de produção internacionais têm um incentivo para compartilhar conhecimento e tecnologias com os parceiros de produção que fazem parte dessa rede (Baldwin, 2016). Por esses motivos, alguns estudos começaram a considerar a participação em CGV como parte do conjunto de ferramentas de política industrial com elevado potencial para facilitar o *upgrading* industrial (Gereffi; Sturgeon, 2013; Naudé, 2010; Comissão Europeia, 2014), facilitando processos de mudança estrutural.

Ao mesmo tempo, a fragmentação e a formação de CGV impõem desafios aos países, particularmente àqueles em desenvolvimento. Se os países operarem apenas nos níveis mais baixos de uma GVC – montagem de jeans ou camisetas para mercados estrangeiros na cadeia de valor do vestuário, por exemplo – eles provavelmente não criarão a experiência, as instituições ou os mercados de consumo necessários para construir e sustentar todas as indústrias. Além disso, a tendência de racionalização da cadeia de suprimentos apresenta grandes desafios para países e empresas menores, que enfrentam limitações substanciais de escala e poder de compra. Mais importante ainda, os governos são incapazes de controlar

esses riscos diretamente, porque a participação nas GVCs é o resultado das escolhas da empresa. No entanto, isso não significa que os formuladores de políticas não possam influenciar o julgamento e as estratégias da empresa (Marcato; Baltar, 2020). A mudança estrutural é um componente integral de vários modelos de desenvolvimento econômico, como o modelo de economia dual de Lewis (1954). Uma característica saliente dessa literatura é que uma mudança de recursos de um setor com produtividade relativamente baixa para um setor com produtividade relativamente mais alta contribui para o crescimento da produtividade agregada. Em outras palavras, esse tipo de mudança de recursos, por exemplo, de um setor “tradicional” para um setor “moderno”, implica um “bônus de mudança estrutural” (Timmer; Szirmai, 2000). De acordo com McMillan e Rodrik (2011), esse tipo de mudança estrutural que estimula o crescimento – ou *upgrading* industrial – é essencial para se alcançar um crescimento elevado e sustentado da produtividade agregada. A extensão da melhoria estrutural, nessa visão, também explica as diferenças no desempenho de crescimento dos países do Sudeste Asiático, por um lado, e dos países da América Latina e da África Subsaariana, por outro.

Usando um conjunto de oito medidas de *upgrading* industrial, este artigo vincula a hipótese de mudança estrutural às CGVs e a submete a uma investigação empírica. Mais precisamente, o presente estudo investiga, por meio de análise de componentes principais (ACP), a multidimensionalidade do *upgrading* industrial. Isso porque os estudos sugerem que o *upgrading* industrial é um fenômeno multidimensional que não pode ser captado por uma única medida (Marcato; Baltar, 2020). Por exemplo, Kaplinsky e Readman (2001) e Humphrey e Schmitz (2002) identificam quatro tipos distintos de atualização: processo, produto, funcional e *upgrading* intersectorial, sugerindo que várias dimensões podem ser importantes. A ACP é frequentemente usada para extrair informações comuns a muitos indicadores e reduzir essas informações em um número menor de variáveis não observadas chamadas de “componentes”. Nossos indicadores são calculados a partir da base *World Input-Output Database* (WIOD). Esse método também permite que agrupemos os países a partir dos “componentes”, de modo a entendermos o surgimento de padrões de agrupamento de países com base nos indicadores selecionados.

Enquanto mantém o foco nonexo CGV – *upgrading* industrial, este artigo também investiga a relação entre *upgrading* industrial e uma medida

sintética de complexidade estrutural. Isso permite uma comparação dos impactos do comércio relacionado às CGVs e do comércio geral, respectivamente, no *upgrading* industrial e na complexidade das estruturas produtivas dos países. O principal *insight* desse tipo de análise é uma avaliação da relação entre *upgrading* industrial e complexidade estrutural em um ambiente de cadeias de valor e de redes de produção globais. No presente estudo, o *upgrading* industrial seguirá a abordagem identificada por Kaplinsky e Readman (2001) e Humphrey e Schmitz (2002): *upgrading* de processo, *upgrading* de produto e *upgrading* de habilidades. A medida de complexidade estrutural seguirá a abordagem empregada por Costa, Castilho e Puchet (2018).

A contribuição deste artigo para a literatura é, portanto, dupla. Em primeiro lugar, examina a relação entre *upgrading* industrial e mudança estrutural em uma abordagem de CGV para um grande número de países, incluindo economias desenvolvidas e países em desenvolvimento. Embora o impacto da integração de CGV na estrutura industrial tenha sido investigado na literatura (Kummritz, 2016) e haja algum trabalho em CGV e mudanças estruturais relacionadas à atividade de manufatura (Stöllinger, 2016), até onde sabemos a questão da relação entre *upgrading* industrial e complexidade não foi abordada quantitativamente. Em segundo lugar, os efeitos estruturais do comércio relacionado às CGVs são colocados em perspectiva comparando-os com o impacto estrutural do comércio em geral. Esse tipo de comparação é geralmente negligenciado na literatura de CGV, mas observamos que é importante dado que, afinal, a integração nas CGVs se manifesta em atividades comerciais que podem ser de natureza diferente, por exemplo, mais granular e mais frequentemente acompanhada por investimentos. Uma questão interessante é, portanto, se o comércio relacionado às CGVs tem impactos diferenciados na complexidade das estruturas produtivas.

Este artigo está organizado em três seções, além da introdução e das conclusões. A seção 2 apresenta uma revisão crítica da literatura sobre o papel das cadeias globais de valor na promoção de mudança estrutural. A seção 3 apresenta a base de dados e a metodologia adotada para a análise dos dados. Por fim, a seção 4 apresenta os resultados da análise de componentes principais e o agrupamento dos países em três grandes grupos.

## 2 Revisão da literatura

### 2.1 Mudança estrutural na era das cadeias globais de valor

Duas vertentes da literatura são centrais para a questão do presente estudo: a literatura sobre mudança estrutural e complexidade das estruturas produtivas, incluindo o conceito de economia dual (Lewis, 1954), e a literatura comparativamente mais recente e crescente sobre cadeias de valor globais e *offshoring*.

A importância das mudanças na estrutura produtiva para o crescimento econômico há muito é reconhecida na literatura sobre desenvolvimento econômico. Baumol (1967) descreveu um cenário de “doença do crescimento” resultante de diferenças no crescimento da produtividade entre os setores porque, sob certas circunstâncias, os recursos irão continuamente mudar para o setor “não progressivo” agindo como um entrave à produtividade (Nordhaus, 2008).<sup>1</sup> Em uma visão mais otimista, os estudos também defenderam a possibilidade de um “bônus de mudança estrutural” em oposição a uma “carga de mudança estrutural” implícita na doença de crescimento de Baumol (Timmer; Szirmai, 2000; Peneder, 2003). Syrquin (1988) forneceu evidências empíricas de que as realocações de recursos contribuem para o crescimento da produtividade total dos fatores (PTF), especialmente nos países em desenvolvimento. Desde então, um grande volume de literatura tem sido acumulado enfatizando a importância da indústria – que é tipicamente considerada o principal “setor avançado” e, portanto, o “motor do crescimento” em toda a economia (por exemplo, Rodrik, 2008; Szirmai, 2012; Rodrik, 2013; Szirmai; Verspagen, 2015; Haraguchi *et al.*, 2017) – para o processo de crescimento.

Estimulado pelos processos de *catching-up* em países do Sudeste Asiático, mais pesquisas empíricas sobre esse tópico com base em dados de nível de indústria, empregando análise de turnos e participação, foram realizadas (por exemplo, Fagerberg, 2000; Timmer; Szirmai, 2000; Peneder, 2003) e chegaram a resultados mistos quanto à relevância da mudança

.....  
 1 Assumir aumentos de produtividade no setor “avançado”, enquanto se considera o setor “não avançado” estagnado, implica um aumento relativo no custo unitário no último, desde que os salários progredam de forma informada nos dois setores. Se a elasticidade-preço da demanda for altamente inelástica ou a elasticidade-renda da demanda for altamente elástica, de modo que os dois setores capturem parcelas fixas das despesas, o setor “não progressivo” comandará uma parcela cada vez maior dos insumos dos fatores.

estrutural para o crescimento econômico. Apesar dessa evidência mista, McMillan e Rodrik (2011) argumentam que a mudança estrutural positiva é o principal fator que explica o desempenho superior de crescimento do Sudeste Asiático em comparação com outras regiões emergentes, como a América Latina ou a África Subsaariana durante o período 1995-2005. A alegação deles é de que “os países de alto crescimento são tipicamente aqueles que experimentaram mudanças estruturais que aumentam o crescimento substancial” (McMillan; Rodrik, 2011, p. 49).

O fenômeno da mudança estrutural industrial também é a característica essencial nos modelos de economia dual (Lewis, 1954). Esses são modelos de economia de dois setores, que se diferem quanto aos incentivos e possibilidades de acumular capital e, portanto, às suas perspectivas de produtividade. A distinção fundamental é entre um “setor tradicional” com baixa produtividade do trabalho, comumente associado à agricultura, e um “setor moderno”, associado principalmente à manufatura e, mais recentemente, também aos serviços relacionados a negócios, cujos incentivos ao capital acumulado geram maior produtividade do trabalho. Em tal constelação, novas oportunidades de emprego (que podem vir de novos empresários domésticos, ativismo estatal ou capital estrangeiro) no setor moderno induzem melhoria estrutural ao transferir recursos para atividades mais produtivas. O modelo de economia dual, portanto, assume algum tipo de imperfeições de mercado que impedem a transição puramente impulsionada pelo mercado do trabalho (e outros recursos) para o setor moderno até que o valor marginal do produto do trabalho seja igualado em ambos os setores.

Na literatura econômica clássica, o setor industrial é considerado crucial para construir capacidades porque promove causalidade cumulativa que reforça e aumenta o ritmo do crescimento econômico (Hirschman, 1958; Myrdal, 1957). No entanto, alguns subsetores da indústria são mais adequados do que outros para construir e sustentar as capacidades tecnológicas necessárias para promover estruturas de produção mais diversificadas do que outras (Kaldor, 1981; Lall, 1992; Pavitt, 1984; Prebisch, 1950). Particularmente, quando a aprendizagem ocorre em subsetores de manufatura que exigem atividades de design e engenharia – o que ocorre principalmente nos setores classificados como de tecnologia média – ela forma a base de um ciclo mais virtuoso de mudança tecnológica, gerando sinergias e repercussões em um espectro mais amplo de atividades de

manufatura na economia local (Hobday, 1998; Nelson, 1993). O aprendizado acumulado nesses setores pode ser usado para melhorar e atualizar tecnologicamente a capacidade de produção existente em domínios de baixa tecnologia, enquanto serve como blocos de construção para avançar para categorias de produtos de alta tecnologia. Claramente, para os países em desenvolvimento que buscam promover a acumulação de conhecimento, é altamente relevante gerar aprendizagem nesses subsetores que criam a base para a diversificação setorial. Com o tempo, curvas de aprendizagem mais íngremes em tais setores, custos em queda rápida e participação de mercado crescente levam à recuperação econômica (Cimoli *et al.*, 2006).

A tarefa de alcançar tais sinergias em subsetores industriais nos países em desenvolvimento à luz da expansão do comércio e das CGVs não é fácil, e pelo menos duas questões importantes surgem. Em primeiro lugar, como propõe Felipe e Abdon (2010), há uma “proximidade” nas relações comerciais, nas quais países com capacidades, tecnologias e infraestrutura semelhantes são susceptíveis de fabricar produtos semelhantes, aumentando assim a possibilidade de que se excluam. Em segundo lugar, as exportações facilitam a diversificação tecnológica dependendo dos padrões de especialização atuais dos países: quando um país é especializado em setores que têm sinergias para aprendizagem e atualização tecnológica, ele considera mais fácil entrar em novos setores e indústrias por meio da comercialização (Hausmann; Klinger, 2006).

## 2.2 Cadeias globais de valor, *upgrading* industrial e desenvolvimento econômico

A abordagem das CGVs oferece muitos *insights* sobre como os países podem direcionar oportunidades em subsetores específicos para aprender e realizar *upgrading*. Há abundância de evidências mostrando que, quando as empresas em países em desenvolvimento se integram aos padrões de comércio existentes, elas têm ampla margem de manobra para mover-se horizontalmente para outros setores (que exigem um nível semelhante de intensidade tecnológica), verticalmente para setores intensivos em tecnologia, ou para permanecer “aprisionado” no mesmo setor em fenômeno conhecido como *lock-in* (Taglioni; Winkler, 2016).

A abordagem também considera que a noção de *upgrading* no posicionamento dos países e dos setores dos países<sup>2</sup> pode ser melhor entendida no contexto da “governança” das cadeias, que se refere aos tipos de relações que se desenvolvem na cadeia de valor e às relações de poder que elas acarretam. Como destacam os estudos, a governança das cadeias de valor é o aspecto crítico que afeta o acesso ao mercado, determina a aquisição rápida de capacidades de produção, dita a distribuição de ganhos e, muitas vezes, também sugere vários pontos de entrada de política para mudar os resultados relacionados à GVC. Em geral, cinco formas-chave de governança das GVCs foram identificadas – mercado, modular, cativo, relacional e hierárquico – e um grande número de outros estudos expandem esses modos (ver, por exemplo, Ponte; Sturgeon, 2014).

Humphrey e Schmitz (2002) fornecem o modelo mais básico para classificar o *upgrading* dentro de CGVs: *upgrading* de processo, *upgrading* de produto e *upgrading* funcional. Enquanto o *upgrading* de processo envolve pequenas mudanças, o *upgrading* de produto (alterando a produção de novos produtos) e o *upgrading* funcional (adicionando novas funções dentro das GVCs) requerem maiores capacidades por parte das firmas locais. Uma quarta forma de *upgrading* – *upgrading* intersetorial (introduzida mais recentemente na abordagem) – oferece a possibilidade de uma empresa realizar o *upgrading* de seus produtos para entrar em uma cadeia de valor associada (Pietrobelli; Rabellotti, 2011).

Estritamente falando, essas formas de atualização não podem ser mapeadas em uma base um a um para os processos subjacentes à mudança tecnológica e não estão necessariamente em conformidade com a noção de *upgrading* industrial. No entanto, os estudos fornecem evidências de casos de sucesso que mostram como as GVCs abrem vários caminhos para o *upgrading* industrial. Nesses casos, as CGVs permitem que as empresas locais entrem em certas redes de produção que as abram para novas práticas de negócios, métodos de gestão e habilidades organizacionais, além de promoverem a mudança tecnológica do dia a dia dentro das empresas (Gereffi; Fernandez-Stark, 2010).

.....  
 2 Uma vez avaliado o comprimento (*length*) da CGV, é importante determinar qual é a posição do país na cadeia de valor. Pode ser *upstream* (produção de insumos no início da cadeia de valor) ou *downstream* (produção de bens e serviços no final da cadeia de valor), dependendo de sua especialização.

Mais recentemente, houve esforços para vincular a discussão sobre modos de governança àquela sobre *upgrading* industrial na literatura de CGV. Pietrobelli e Rabelloti (2011), por exemplo, vinculam as diferentes formas de governança com perspectivas de *upgrading* industrial diferenciado para os países em desenvolvimento, argumentando que as formas de governança de CGV modulares e relacionais podem abrir oportunidades mais amplas de atualização tecnológica quando comparadas às CGVs cativas ou hierárquicas, que são amplamente encontradas nos setores de *commodities* ou de baixa tecnologia.

Por um lado, o potencial das GVCs para trazer “desenvolvimento comprimido” (Whittaker *et al.*, 2010) é reconhecido. Por outro lado, também há vozes apontando que “CGV não são necessariamente uma panacéia para o desenvolvimento” (Sturgeon; Memedovic, 2011, p. 3). Em particular, a integração nas GVCs acarreta o risco de criar barreiras à aprendizagem e ao desenvolvimento desigual (Kaplinsky, 2005), bem como bloqueios em atividades de baixo valor adicionado (Kaplinski; Farooki, 2010).<sup>3</sup> Os impedimentos para o desenvolvimento bem-sucedido orientado para as CGVs podem minar o enorme potencial de desenvolvimento dessas cadeias, proveniente do fato de que os países podem se conectar à produção manufatureira mais facilmente. Este último decorre do fato de que na presença de CGVs parece ser suficiente dominar um pequeno segmento do processo de produção sem a necessidade de adquirir todas as capacidades necessárias para a produção inteira de um produto (Collier; Venables, 2007).

Embora esses *insights* possam ajudar a explicar alguns aspectos do que acontece quando as empresas são inseridas em cadeias de valor específicas, dependendo do setor em questão, nem todas as inserções em CGVs trazem resultados positivos para aprendizagem e atualização tecnológica, por uma variedade de razões (Morrison *et al.*, 2008). Além disso, o conhecimento intangível protegido por meio de direitos de propriedade intelectual está se tornando cada vez mais um ativo inestimável na governança da cadeia de valor, ajudando a levar as empresas a manter vantagens e ganhar parcelas maiores da receita de forma consistente. Portanto, parece plausível que, embora algumas empresas locais consigam realizar o *upgrading*,

.....  
 3 Obviamente, essa avaliação é bastante distinta da expectativa de que as empresas multinacionais estão dispostas a compartilhar conhecimento e tecnologias com as empresas parceiras em sua cadeia de suprimentos, conforme descrito em Baldwin (2016).

outras ficarão para trás e até enfrentarão a marginalização e a exclusão dentro das CGVs existentes.

Todas essas razões sugerem que uma visão estreita das CGVs não é suficiente para contar a história toda. Na verdade, a dificuldade em explicar muitos desses resultados de forma clara levou muitos estudiosos a questionar o paradigma tradicional, bastante “linear”, das CGVs, argumentando que muitos desses processos são na verdade não lineares por natureza (Horner; Nadvi, 2018). Isso é particularmente verdadeiro quando visto da perspectiva dos países em desenvolvimento, onde há necessidade de uma discussão mais estruturada sobre como o aprendizado por meio das CGVs pode ser promovido de maneira sistemática e rotineira, em vez de deixá-lo à mercê das forças do mercado.

Muita literatura tem se concentrado na relação entre o *upgrading* econômico e social dentro das GVCs. A hipótese tradicional é que o *upgrading* econômico traz tanto um melhor desempenho das exportações quanto um *upgrading* social. De acordo com a teoria neoclássica, “a demanda de trabalho e, portanto, os salários são amplamente determinados pela tecnologia. Isso conecta o *upgrading* econômico ao social” (Milberg; Winkler, 2013, p. 344). Trabalhos recentes mostraram, entretanto, que a melhoria econômica é geralmente uma condição necessária, mas não suficiente para a melhoria social. O setor de telecomunicações móveis na Ásia e na África, por exemplo, experimentou muito pouca atualização social acompanhando sua atualização econômica (Lee; Gereffi; Nathan, 2013). Nas CGV de vestuário, parece haver correlação positiva entre o *upgrading* econômico e social, embora também se verifique situações nas quais o *upgrading* econômico seja acompanhado por *downgrading* social (Bernhardt; Milberg, 2012).

### 3 Base de dados e metodologia

Seguindo o método elaborado por Johnson e Noguera (2012), as exportações de valor adicionado (VA) do país  $i$  para o país  $j$  são definidas como o valor adicionado gerado dentro do território do país  $i$  para satisfazer a demanda final consumida pelo país  $j$ . Essa medida inclui o valor adicionado gerado no país  $i$  por meio das exportações diretas do país  $i$ , para o país  $j$ , e também as exportações indiretas por meio de um terceiro país. Portanto,

as exportações de VA medem os ganhos econômicos que o país  $i$  gerou no processo de produção para atender aos consumidores do país  $j$ .<sup>4</sup>

A matriz  $\mathbf{Z}^{sr}$ , de dimensão  $m \times m$ , mostra os insumos intermediários fornecidos pelo país  $s$  ao país  $r$ . Cada elemento  $z_{ij}^{sr}$  dá o valor de bens e serviços ofertados do setor  $i$  no país  $s$  para uso intermediário no setor  $j$  do país  $r$ . O valor dos bens e serviços enviados do  $i$  no país  $s$  para o país  $r$  para uso final é dado por  $f_i^{sr}$ , que é um elemento do vetor  $\mathbf{f}^{sr}$ . O valor da produção bruta do setor  $i$  no país  $s$  é dado por  $y_i^s$  do vetor  $\mathbf{y}^s$ . A identidade contábil:

$$y_i^s = \sum_j \sum_r z_{ij}^{sr} + \sum_r f_i^{sr} \quad (1)$$

Se usarmos  $\mathbf{u}$  para indicar o vetor de soma do elemento  $m$  consistindo inteiramente em 1, então as identidades contábeis podem ser escritas na forma de matriz como

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y}^1 \\ \vdots \\ \mathbf{y}^r \\ \vdots \\ \mathbf{y}^n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{Z}^{11} & \dots & \mathbf{Z}^{1r} & \dots & \mathbf{Z}^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{Z}^{r1} & \dots & \mathbf{Z}^{rr} & \dots & \mathbf{Z}^{rn} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{Z}^{n1} & \dots & \mathbf{Z}^{nr} & \dots & \mathbf{Z}^{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{u} \\ \vdots \\ \mathbf{u} \\ \vdots \\ \mathbf{y}^n \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \sum_t \mathbf{f}^{1t} \\ \vdots \\ \sum_t \mathbf{f}^{rt} \\ \vdots \\ \sum_t \mathbf{f}^{nt} \end{bmatrix} \quad (2)$$

A demanda final pode ser dividida em  $n$  vetores, sendo um para cada país, de modo que temos,

$$\mathbf{f} = \begin{bmatrix} \sum_t \mathbf{f}^{1t} \\ \vdots \\ \sum_t \mathbf{f}^{rt} \\ \vdots \\ \sum_t \mathbf{f}^{nt} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{f}^{11} \\ \vdots \\ \mathbf{f}^{r1} \\ \vdots \\ \mathbf{f}^{n1} \end{bmatrix} + \dots + \begin{bmatrix} \mathbf{f}^{1n} \\ \vdots \\ \mathbf{f}^{rn} \\ \vdots \\ \mathbf{f}^{nn} \end{bmatrix} = \mathbf{f}^1 + \dots + \mathbf{f}^n \quad (3)$$

Podemos reescrever a equação 3 em termos matriciais como  $\mathbf{y} = \mathbf{A}\mathbf{y} + \mathbf{f} = \mathbf{A}\mathbf{y} + (\mathbf{f}^1 + \dots + \mathbf{f}^n)$ , cuja solução é  $\mathbf{y} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}(\mathbf{f}^1 + \dots + \mathbf{f}^n) = \mathbf{L}(\mathbf{f}^1 + \dots + \mathbf{f}^n)$ , sendo  $\mathbf{L} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$  a inversa de Leontief. Tendo em vista que utilizamos

4 Letras minúsculas em negrito são usadas para indicar vetores, letras maiúsculas em negrito indicam matrizes, letras minúsculas em itálico as letras indicam escalares (incluindo elementos de um vetor ou matriz). Os subscritos indicam indústrias e os sobrescritos indicam os países. Vetores são colunas, por definição, vetores linha são obtidos por transposição, denotados por um  $'$ . Matrizes diagonais são denotadas por um circunflexo.

uma matriz multirregional, essa matriz de Leontief pode ser particionada em uma matriz  $nm \times nm$ . Então temos que

$$L = \begin{bmatrix} L^{11} & \dots & L^{1r} & \dots & L^{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ L^{r1} & \dots & L^{rr} & \dots & L^{rn} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ L^{n1} & \dots & L^{nr} & \dots & L^{nn} \end{bmatrix}$$

A produção necessária para atender (ou que são incorporados) às demandas finais de qualquer país, exceto o país  $s$ , é dada por  $L(\sum_{t \neq s} f^t)$ . É importante salientar que para o país  $s$  o vetor  $\sum_{t \neq s} f^t$  dá a demanda final estrangeira. Para o país  $s$ , a produção doméstica incorporada na demanda final estrangeira é dada por  $\sum_k L^{sk}(\sum_{t \neq s} f^{kt})$ .

O vetor  $(v^r)' = (w^r)'(\hat{y}^r)^{-1}$  é o coeficiente de valor adicionado no país  $r$ .

O elemento típico desse vetor  $v_j^r = \frac{w_i^r}{y_j^r}$  mostra o valor adicionado gerado

no setor  $j$  no país  $r$  por dólar de produção nesse setor. O valor adicionado gerado no setor  $i$  no país  $s$  que é incorporado nas demandas finais estrangeiras (ou seja, demanda final fora do país  $s$ ) é dado pelo iésimo elemento do vetor

$$vax^s = \sum_k \sum_{t \neq s} \hat{v}^s L^{sk} f^{kt} \tag{4}$$

A fórmula 4 mostra valor adicionado do país  $s$  que, em última análise, termina em um conjunto de bens e serviços voltados a atender a demanda final estrangeira (por exemplo, consumo das famílias no exterior). Em outras palavras, é a exportação por cada país de seu valor adicionado doméstico. As exportações de valor adicionado do país  $s$  ( $vax^s$ ) e as exportações de valor adicionado do setor  $i$  no país  $s$  são dadas por:  $vax^s = u'vax^s$ , cujo elemento genérico de  $vax^s$  é  $vax_i^s$ .

Seguindo a mesma lógica formal adotada na fórmula 4, também podemos pegar qualquer fator de produção, como capital ou trabalho. Em vez de usar uma matriz ou vetor de demanda final, o vetor de emprego e a inversa de Leontief podem ser multiplicados por um vetor de exportações

brutas. Esse cálculo permite a identificação do emprego doméstico incorporado nas exportações brutas. A fórmula é dada por

$$eLX = e(I - A)^{-1} x \quad (5)$$

onde  $x$  é um vetor de exportações brutas (por país e por setor). Então de modo a similar à equação 4, temos  $(\sum_k \sum_{t \neq s} \hat{e}^s L^{sk} x^{kt})$ . Isso esboça a abordagem de CGV sobre a medição do conteúdo de trabalho incorporado às exportações dos países.

Agora é necessário apresentar e definir os indicadores de *upgrading* e complexidade estrutural que foram construídos e utilizados na análise de componentes principais e agrupamento de dados na próxima seção.

1. *prodl*: crescimento da produtividade do trabalho. A produtividade do trabalho é calculada como a proporção do valor adicionado ao trabalho, ou seja, o valor adicionado por unidade de trabalho. Trabalho é definido como “todas as pessoas envolvidas”. Inclui, ao lado de todos os assalariados, também os trabalhadores autônomos e informais. Para esse indicador

iremos utilizar a taxa de crescimento, calculada como  $labpr = \frac{(p_t - p_{t-1})}{p_{t-1}}$ ,

onde  $p_t$  é a produtividade do trabalho em um país no tempo (ano)  $t$ ;

2. *kpint*: crescimento da intensidade de capital. A intensidade de capital é calculada como a razão entre o estoque de capital e o trabalho. O estoque de capital é o valor do capital fixo que pode ser utilizado como insumo na produção de bens e serviços em um intervalo contábil. Para muitos países, os estoques de capital foram construídos com base no Método do Inventário Perpétuo, no qual o estoque de capital no ano  $t$  é estimado como a soma do estoque de capital depreciado no ano  $t - 1$  mais o investimento real no ano  $t$ .<sup>5</sup>

3. *blcom* e *flcom*: valor adicionado doméstico e estrangeiro incorporado às exportações dos países. Esses indicadores representam, respectivamente, a participação para frente e para trás nas CGV. Na literatura de CGV, o indicador *dvax* também é conhecido como valor adicionado unitário das exportações (Wang *et al.*, 2017).

.....  
5 Para uma análise do processo de cálculo do estoque de capital na base de dados da WIOD, ver Gouma *et al.* (2018).

4. *empx*: trabalho contido nas exportações. Esse indicador é calculado como a quantidade de trabalho necessária direta e indiretamente para as exportações de bens e serviços.

5. *compva*: participação da compensação dos trabalhadores no valor adicionado. Essa participação serve como uma *proxy* da participação dos salários (ou do trabalho) no valor adicionado.

6. *iceln*: crescimento do índice de complexidade estrutural. Esse índice é obtido a partir do cálculo dos determinantes  $\Delta$  das matrizes  $(\mathbf{I} - \mathbf{A})$ . Com base nos determinantes podemos calcular a complexidade estrutural de

uma economia como  $\Delta = \frac{(1 - \Delta)}{\Delta}$ . De acordo com Costa, Castilho e Puchet

(2018), do ponto de vista quantitativo, o determinante tem a vantagem de ser um indicador sintético, que mostra o arranjo interno da estrutura dos setores produtivos, ou seja, da posição e da intensidade das conexões entre os setores. Do ponto de vista qualitativo, permite interpretar a complexidade das estruturas produtivas como resultado do processo gradual de expansão da rede de interdependências hierárquicas entre os setores da economia.<sup>6</sup>

A implementação da perspectiva de CGV delineada anteriormente e o cálculo dos indicadores em nível de país e setor requerem dados com uma série de tempo de matrizes de insumo-produto multirregionais. O *World Input-Output Database* (WIOD 2016 Release) contém essas matrizes e fornece os dados de emprego, embora sem a classificação por nível de qualificação apresentada na versão de 2013. Ele também fornece os dados para compensação de capital e dados de estoque de capital no mesmo nível setorial. Os dados são de 43 países e do restante do mundo (RoW), usando uma classificação de 56 setores. Considerando que a flutuação de preços pode afetar os resultados, usamos as matrizes de insumo-produto mundiais a preços do ano anterior, e do estoque de capital, produção e valor adicionado a preços constantes para calcular indicadores de preços

.....  
 6 Uma vez que o determinante tem a capacidade de capturar todas as interrelações setoriais presentes na estrutura produtiva de um país, esse indicador parece ser mais adequado aos estudos de mudança estrutural baseados nas participações setoriais em termos de emprego e valor adicionado. As participações relativas do emprego e do valor adicionado são o resultado da forma como os setores estão articulados, da interdependência existente em termos de insumo e produto presente na estrutura produtiva. Por sua construção e natureza, o *ice* tem uma próxima relação com os estudos clássicos de mudança estrutural em uma abordagem de insumo-produto presente em Chenery e Watanabe (1958), Hirschman (1958) e Syrquin (1988).

correspondentes de anos anteriores para calcular os indicadores.<sup>7</sup>

Uma vez construídas as variáveis, utilizamos o método de Análise de Componentes Principais (ACP) e agrupamento de dados. A análise de componentes principais (ACP) é uma técnica de redução de dados que transforma um grande número de variáveis correlacionadas em um conjunto muito menor de variáveis não correlacionadas chamadas de componentes principais. Essas variáveis derivadas, chamadas de componentes principais, são combinações lineares das variáveis observadas. O estudo das variáveis também sugere que elas são divididas em dois ou mais grupos de duas variáveis, e que, dentro de um grupo, as variáveis são fortemente correlacionadas (relacionadas linearmente), enquanto entre os grupos as variáveis não são correlacionadas.<sup>8</sup>

A ACP permite que calculemos o número de grupos de países. O agrupamento de dados é um amplo conjunto de técnicas para localizar subgrupos de observações em um conjunto de dados. Quando agrupamos as observações, queremos que aquelas observações do mesmo grupo sejam semelhantes (menor variância) e as observações em grupos diferentes sejam diferentes (maior variância). O agrupamento nos permite identificar quais observações são semelhantes e, potencialmente, categorizá-las.

O próximo passo foi construir um índice de heterogeneidade para cada grupo de países. Uma abordagem para estudar se as variáveis estão concentradas em alguns países é calcular os índices de heterogeneidade ou diversidade. Nessa situação, os diferentes países são considerados como as categorias entre as quais se distribuem os valores das variáveis. Cada país é responsável por uma proporção (frequência relativa) dos valores encontrados, e os índices de heterogeneidade medem o quão diferentes são essas frequências relativas. Exemplos de índices de heterogeneidade são o índice de Gini (também conhecido como índice de Gini-Simpson, que é diferente

7 Os dados de compensação do capital, estoque de capital, valor da produção e valor adicionado foram convertidos de moedas nacionais para dólar (USD) e posteriormente foram realizados os procedimentos para transformação de valores correntes para valores constantes. As taxas de câmbio utilizadas para as conversões estão disponíveis em <<http://www.wiod.org/database/wiots16>>. Acessado em 27/11/2020.

8 A distância baseada em correlação considera duas variáveis semelhantes se suas características forem altamente correlacionadas, mesmo que os valores observados possam estar distantes em termos de distância euclidiana. A distância entre dois objetos é 0 quando eles estão perfeitamente correlacionados. Se quisermos identificar grupos de observações com os mesmos perfis gerais, independentemente de suas magnitudes, devemos usar a distância baseada em correlação como uma medida de dissimilaridade.

do índice de Gini de desigualdade) e o índice de Shannon (também conhecido como Shannon-Wiener). No presente estudo, construímos o seguinte índice de heterogeneidade dos agrupamentos (*clusters*), uma medida média da variabilidade dentro do *cluster*, que deve ser a mais baixa possível. Em detalhes, o índice IHC para o *cluster*  $h$  é calculado como

$$IHC_h = \frac{\sum_{j=1}^p \sigma_{jh}^2}{p} \quad (6)$$

onde  $\sigma_{jh}^2$  é a variância da  $j$ -ésima variável  $X_j$  dentro do *cluster*  $h$ . Mais especificamente,  $IHC = 1$  denota que o *cluster* tem, em média, a mesma variabilidade de todo o conjunto de dados, de forma que o agrupamento (pelo menos com referência a esse *cluster*) é prejudicado. Isso significa que elevados valores para o IHC indicam maior diferença ou heterogeneidade no interior de cada grupo ou *cluster*, enquanto baixos valores apontam para grupos de países mais similares ou menos heterogêneos. Em termos sintéticos, o IHC é uma medida do grau de variância para cada grupo de países.<sup>9</sup>

## 4 Análise dos resultados

Como o objetivo deste estudo é mostrar a diversidade dos padrões de integração às CGVs, realizamos uma ACP, metodologia adequada para captar a heterogeneidade das relações entre as variáveis econômicas e sociais entre grupos de países. Além dessa metodologia, utilizamos o método de agrupamento de dados para mostrar a heterogeneidade das relações entre as variáveis por subgrupos de países. Adicionalmente às duas variáveis de participação em cadeias complexas de valor, as variáveis incluídas são: produtividade do trabalho, intensidade do capital, que capturam outra face do desenvolvimento econômico além da apropriação de valor, duas medidas variáveis de resultados sociais que relacionam a natureza multidimen-

.....  
 9 O IHC desenvolvido no estudo possui relação apenas indireta com o conceito de heterogeneidade estrutural desenvolvido pelos teóricos da Comissão para a América Latina e o Caribe (CEPAL). Enquanto o IHC mede a variância entre as variáveis de *upgrading* estrutural, o conceito de heterogeneidade estrutural da CEPAL diz respeito a problemas de produtividade intra e entre grupos de setores e/ou firmas. O objetivo do estudo é analisar a heterogeneidade ou diversidade entre os indicadores no interior dos respectivos grupos, de modo que a discussão de heterogeneidade estrutural no sentido proposto por autores como Celso Furtado, Raúl Prebisch, Maria da Conceição Tavares e Aníbal Pinto foge ao escopo deste estudo.

sional da “*upgrading* social” (Milberg; Winkler, 2013). As variáveis são: a participação dos salários na renda e o emprego (direto e indireto) associado às exportações. Por fim, agregamos à análise um indicador que mede a complexidade das estruturas produtivas.

Combinamos esses vários dados para executar a ACP para 43 países no período de 2000 a 2014 (Seção 4.1). Usamos os resultados para realizar uma análise de *cluster* que leva à identificação de três grupos de países que representam três padrões de desenvolvimento relacionados à CGV (Seção 4.2).

## 4.1 Análise de componentes principais

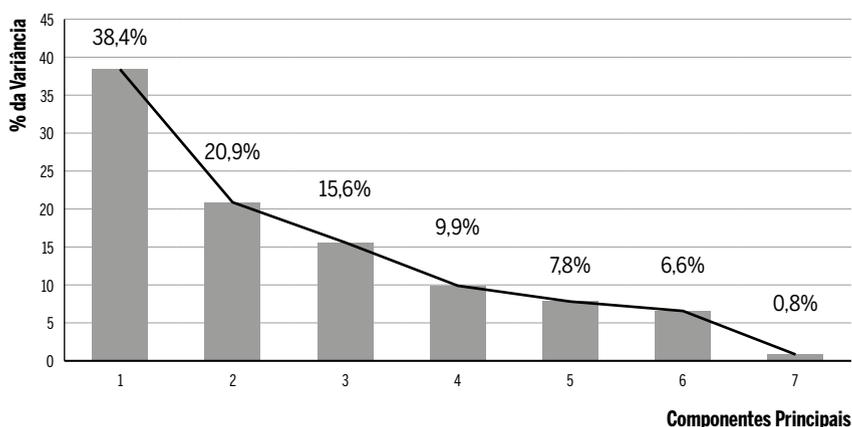
### 4.1.1 *Tratamento dos dados para análise de componentes principais e agrupamento de dados*

No presente estudo, utilizamos as taxas médias de crescimento das sete variáveis escolhidas para a realização da ACP e do agrupamento de dados. Smichowski, Durand e Knauss (2020) argumentam que tomar os aumentos percentuais isoladamente poderia fornecer resultados enganosos, dado que os valores iniciais variam muito entre os países. Para contornar esse problema os autores constroem quatro índices para realizarem a ACP. Contudo, pode-se argumentar que a criação desses índices reduz o número de variáveis aplicadas à ACP e ao agrupamento de dados, o que acaba por dificultar a análise da contribuição de cada uma das variáveis presentes nos índices. Além disso, como a ACP depende da variância e correlação entre as variáveis, de modo que a criação de índices, e a consequente redução no número de variáveis, podem levar a distorções estatísticas. Por esses motivos, preferimos adotar a ACP a partir das sete variáveis tomadas isoladamente por meio de taxas médias de crescimento para cada uma delas. Os resultados encontrados são robustos no que diz respeito a essas opções de tratamento, como é discutido posteriormente junto com mais detalhes do método de tratamento.

#### 4.1.2 Análise dos resultados para os componentes principais

Os autovalores<sup>10</sup> medem a quantidade de variação retida por cada componente principal. Os autovalores são grandes para os primeiros componentes principais (CPs) e pequenos para os CPs subsequentes. Ou seja, os primeiros CPs correspondem às direções com a quantidade máxima de variação no conjunto de dados. Examinamos os autovalores para determinar o número de componentes principais a serem considerados. A Figura 1 mostra que os quatro primeiros CPs retêm aproximadamente 85% da variância contida nos dados.

Figura 1 Percentual de variância explicada pelos sete componentes principais



Fonte: Elaboração própria.

Seguindo o critério de Kaiser, mantemos quatro componentes (CP1, CP2, CP3 e CP4) na ACP.<sup>11</sup> As informações contidas nesses eixos concentram

.....  
 10 Os autovalores podem ser usados para determinar o número de componentes principais a serem retidos após a ACP:

- Um autovalor > 1 indica que os CPs são responsáveis por mais variância do que por uma das variáveis originais nos dados padronizados. Isso é comumente utilizado como um ponto de corte para o qual os CPs são retidos. Isso é verdadeiro apenas quando os dados são padronizados.
- Também é possível limitar o número de componentes àquele número que representa uma certa fração da variação total. Por exemplo, se você estiver satisfeito com 70% da variância total explicada, use o número de componentes para alcançá-la.

11 Infelizmente, não existe uma maneira objetiva bem-aceita de decidir quantos componentes principais são suficientes. Isso dependerá do campo específico de aplicação e do conjunto de dados específico. Na prática, tendemos a olhar para os primeiros componentes principais para encontrar padrões interessantes nos dados.

quase 85% das informações das variáveis. A Tabela 1 mostra as coordenadas das variáveis para cada eixo, e a Figura 2 as contribuições de cada variável para cada eixo. Coordenadas e contribuições particularmente importantes são destacadas em **negrito**. A Figura 3 mostra o círculo de correlação nos eixos CP1 e CP2 que resultou da ACP.

A Tabela 1 mostra que o lado direito do eixo CP2 é fortemente caracterizado pelas variáveis *prodln* e *iceln* e que as variáveis *kint* e *compva* são altamente representadas em um lado do eixo CP3. Tanto *fcom* quanto *empx* estão associadas ao lado direito do eixo CP1. No eixo CP4 se destacam as variáveis *compva* e *iceln*.

**Tabela 1 Coeficientes de correlação (*factor loadings*) de cada variável para os quatro componentes principais**

	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>	<b>CP4</b>
<i>prodln</i>	-0,27	<b>0,57</b>	-0,15	0,09
<i>kint</i>	-0,08	0,47	<b>-0,63</b>	-0,40
<i>blcom</i>	-0,49	-0,16	0,10	0,02
<i>fcom</i>	<b>-0,54</b>	-0,02	0,05	0,11
<i>empx</i>	<b>-0,58</b>	0,05	0,14	0,14
<i>compva</i>	0,02	0,38	<b>0,71</b>	<b>-0,59</b>
<i>iceln</i>	0,22	<b>0,54</b>	0,23	<b>0,67</b>

*Obs.: Coordenadas e contribuições particularmente importantes são destacadas em negrito.*

**Tabela 2 Contribuições das variáveis para as quatro dimensões em pontos percentuais**

	<b>CP1</b>	<b>CP2</b>	<b>CP3</b>	<b>CP4</b>
<i>prodln</i>	7,1	<b>31,9</b>	2,1	0,8
<i>kint</i>	0,6	22,3	<b>39,6</b>	16,2
<i>blcom</i>	<b>24,4</b>	2,5	1,0	0,0
<i>fcom</i>	<b>29,5</b>	0,0	0,2	1,1
<i>empx</i>	<b>33,5</b>	0,2	2,0	1,8
<i>compva</i>	0,1	14,3	<b>49,9</b>	<b>35,0</b>
<i>iceln</i>	4,9	<b>28,8</b>	5,2	<b>45,0</b>

*Obs.: Coordenadas e contribuições particularmente importantes são destacadas em negrito.*

As contribuições das variáveis na contabilização da variabilidade em um determinado componente principal são expressas em porcentagem. Variáveis que estão correlacionadas com os quatro CPs são as mais importantes

para explicar a variabilidade no conjunto de dados.<sup>12</sup> É interessante notar a existência de uma correspondência entre os coeficientes de correlação e as contribuições das variáveis nas Tabelas 1 e 2. Isso significa que as variáveis com maiores níveis de correlação com as dimensões também são aquelas que mais contribuem para as quatro dimensões retidas para a análise.

A Figura 2 também é conhecida como gráfico de correlação entre as variáveis. Essa figura mostra as relações entre todas as variáveis, podendo ser interpretada da seguinte forma: variáveis positivamente correlacionadas são agrupadas; variáveis negativamente correlacionadas são posicionadas em lados opostos da origem do gráfico (quadrantes opostos). A distância entre as variáveis e a origem mede a qualidade das variáveis no mapa de fatores. As variáveis que estão longe da origem são bem representadas no mapa de fatores.<sup>13</sup>

A partir da Figura 2 podemos tirar algumas conclusões. Primeiro, podemos perceber que algumas variáveis encontram-se ao longo dos mesmos eixos ortogonais, indicando a existência de correlação entre as variáveis. É importante lembrar que a ACP é uma ferramenta exploratória e não é ajustada para a realização de testes de hipóteses. A ACP revela que aproximadamente 60% da variação no conjunto de dados pode ser representada em um espaço bidimensional. Em segundo lugar, o fato de *compva* e *iceln* estarem ambos associados ao lado direito do eixo de Dim1 indica que, em termos gerais, os países que mais aumentaram seus índices de complexidade estrutural (*iceln*) são também os que mais aumentaram a participação dos salários na renda (*compva*). Ademais, essas variáveis são independentes das variáveis de produtividade do trabalho (*prodl*), intensidade do capital (*kint*) e emprego associado a exportações (*empx*). Também é possível perceber que essas últimas três variáveis estão positivamente correlacionadas, embora a variável *kint* se mostre mais fraca em relação às outras duas, dado que sua representação no mapa fatorial fica mais distante ao círculo das correlações. Por fim, as variáveis representando a participação em cadeias globais (*backward* e *forward*) estão positivamente correlacionadas e são independentes das demais variáveis.

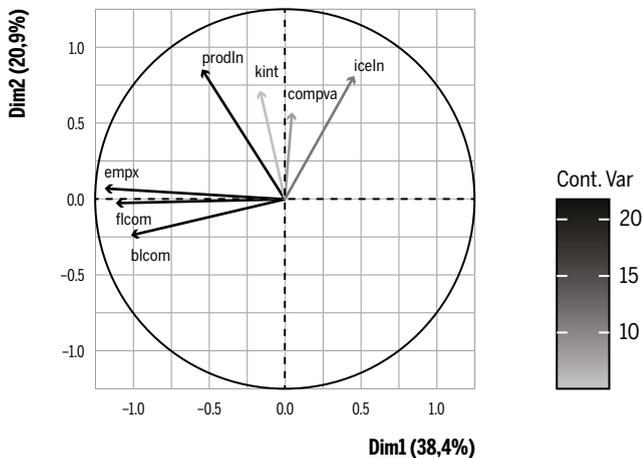
.....  
12 Variáveis que não se correlacionam com nenhum CP ou correlacionadas com as últimas dimensões são variáveis com baixa contribuição e foram removidas para simplificar a análise geral.

13 Na verdade, deve-se notar que F1 e F2 são ortogonais (no sentido de que seu coeficiente de correlação é igual a 0) e que uma variável não pode ser fortemente relacionada a dois componentes ortogonais simultaneamente.

Tendo em vista que as variáveis são compostas pelas taxas médias de crescimento no período 2000-2014, esses resultados preliminares apontam para um conjunto de resultados parciais:

- Países com maiores níveis de complexidade estrutural são países que também mostraram os maiores aumentos da participação dos salários na renda;
- Países com maiores níveis de produtividade do trabalho são também aqueles com maiores níveis de intensidade do capital e emprego associado a exportações.
- Como esperado, há forte correlação entre a participação *backward* e *forward* em cadeias complexas de valor.

Figura 2 Mapa fatorial da análise dos componentes principais



#### 4.2 Análise de agrupamento de dados (*clusters*)

Passamos agora a uma análise de *cluster* para identificar grupos de países para os quais as sete variáveis evoluíram na mesma direção. Usando o método de agrupamento hierárquico aglomerativo e o método de agrupamento por média  $k$ , encontramos três classes que traduzem três padrões distintos de desenvolvimento nas CGVs para o período 2000-2014.<sup>14</sup> Na

<sup>14</sup> A análise de *cluster* hierárquica (também conhecida como *clustering* hierárquico) é uma técnica de *cluster* em que os *clusters* têm uma hierarquia ou uma ordem predeterminada.

Figura 3 aplicamos um processo de agrupamento de dados hierárquico divisivo. Para a seleção do número ótimo de *clusters*,<sup>15</sup> empregamos diversos métodos que apontaram como 3 o número ótimo de grupos (ou *clusters*).

É interessante observar que os três grupos de países são coerentes do ponto de vista do nível de desenvolvimento. Enquanto o primeiro grupo é formado basicamente por países de elevado nível de produtividade e intensidade de capital, o segundo grupo é formado quase em sua totalidade por países da Europa Central e do Leste Europeu, com altas participações em cadeias de valor complexas para trás e para frente. Por fim, o grupo três é caracterizado por países em desenvolvimento e/ou transição, e mais heterogêneo em termos das contribuições relativas de cada uma das variáveis. Enquanto Brasil, Rússia e Indonésia são países exportadores de recursos naturais, correspondendo a uma “maldição de recursos”, a China é o país com maior nível de complexidade estrutural e maior participação dos salários na renda. Os demais países desse grupo estão localizados na periferia da Europa, com menores níveis de produtividade do trabalho e de participação dos salários na renda.

Para entender as características específicas desses três grupos de países, agora voltamos agora para suas características intrínsecas. Para isso, calculamos o índice de heterogeneidade dos *clusters* (IHC).<sup>16</sup> Quanto mais

.....  
O agrupamento hierárquico pode ser representado por uma estrutura semelhante a uma árvore chamada Dendrograma. Existem dois tipos de *clustering* hierárquico:

- *Clustering* hierárquico aglomerativo: Esta é uma abordagem de baixo para cima (*bottom-up*) em que cada ponto de dados começa em seu próprio *cluster* e, à medida que se sobe na hierarquia, pares semelhantes de *clusters* são mesclados.
- *Clustering* hierárquico divisivo: esta é uma abordagem de cima para baixo (*top-down*) em que todos os pontos de dados começam em um *cluster* e, à medida que se desce na hierarquia, os *clusters* são divididos recursivamente.

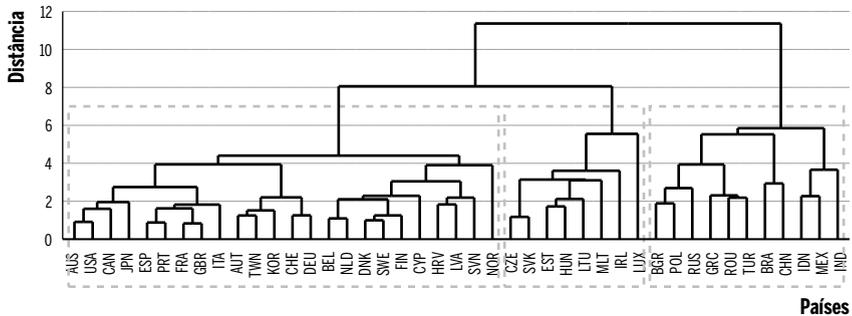
No presente estudo, o algoritmo DIANA é uma técnica de agrupamento hierárquico que constrói a hierarquia na ordem inversa. Ele começa com a raiz, na qual todas as observações são incluídas em um único *cluster*. Em cada etapa do algoritmo, o *cluster* atual é dividido em dois *clusters* que são considerados mais heterogêneos. O processo é iterado até que todas as observações estejam em seu próprio *cluster*.

15 Há vários métodos (Elbow, Silhouette e *gap* estatístico) estatísticos para determinar o número ótimo de *clusters*, e a escolha entre um deles é de certo modo arbitrária. No estudo, utilizamos o método de Elbow. A ideia básica por trás dos métodos de particionamento de *cluster*, como agrupamento *k-means*, é definir *clusters* de modo que a variação total dentro do *cluster* (conhecida como variação total dentro do *cluster* ou soma quadrada total dentro do *cluster*) seja minimizada. Isso significa que os três grupos criados explicam a maior parte da variância encontrada nas variáveis.

16 Na interpretação dos gráficos radiais, devemos considerar que as variáveis utilizadas para a análise de *cluster* são previamente padronizadas, de forma que todas são expressas na mesma escala, e a linha tracejada azul denota a média geral (zero).

próximo de 1 o IHC, maior a heterogeneidade entre os países pertencentes a um determinado grupo. Em outras palavras, um elevado valor para o IHC indica alta heterogeneidade dentro do grupo de países, isto é, sugere elevada diversidade entre os países dentro de cada grupo a partir dos indicadores selecionados.

Figura 3 Dendrograma de agrupamento dos países

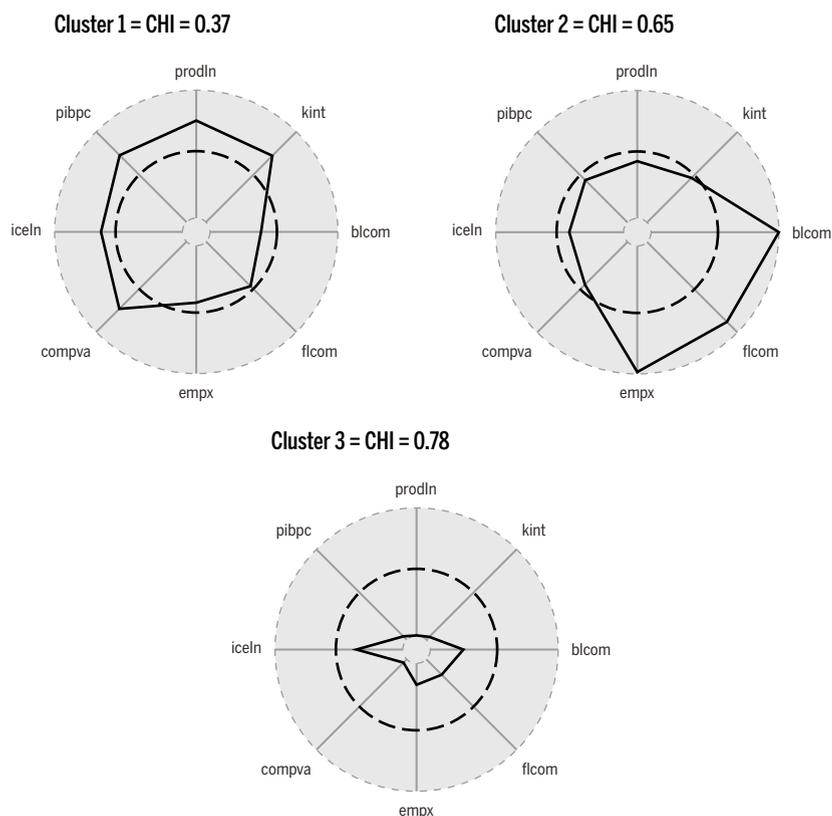


Conforme nos movemos do *Cluster 1* ao *Cluster 3*, podemos perceber um crescimento no IHC. Como esperado, a heterogeneidade varia de acordo com o nível de desenvolvimento dos países. O *Cluster 1* é caracterizado principalmente por países desenvolvidos, apresentando o menor nível de heterogeneidade entre os países pertencentes a esse grupo e com valores acima da média (círculo em azul). O segundo grupo possui maior heterogeneidade (IHC = 0.65), com três variáveis acima da média (blcom, flcom e empx), indicando a importância da participação desses países nas CGVs para a geração de empregos. O grupo três é o mais heterogêneo (IHC = 0.78), formado por países da Ásia, América Latina e da periferia da Europa, com características muito específicas a cada um desses países. Isso indica que à medida que os países tendem a convergir em termos de renda *per capita*, por exemplo, pode ocorrer uma convergência em termos das demais variáveis. Um padrão oposto é encontrado no grupo três.

Esses resultados sugerem uma importante divisão internacional do trabalho entre os países desenvolvidos e aqueles em desenvolvimento. Para os países desenvolvidos as principais variáveis, com valores acima da média, estão relacionadas mais com a intensidade do capital, produtividade do trabalho e complexidade das estruturas produtivas, e menos com a participação nas CGVs. Contudo, para os países do *Cluster 2*, a participação nas CGVs

(*backward e forward*) e o emprego associado às exportações são muito importantes para os países da periferia da União Europeia. Os resultados para esse grupo de países sugerem que a integração desses países à União Europeia, principalmente por meio da montagem de produtos, serviços tecnológicos e mão de obra relativamente barata e qualificada, agiu como um motor de inserção nas CGVs. A maior heterogeneidade encontrada no *Cluster 3*<sup>17</sup> mostra como existe uma elevada variabilidade (variância) no processo de *upgrading* estrutural desses países. Os resultados indicam, portanto, diferentes padrões na relação entre participação nas CGVs e o processo de *upgrading* estrutural.

Figura 4 Valor médio de cada variável por *cluster* (2014)



Obs. = IHC: Índice de Heterogeneidade de Cluster.

17 Nas análises de *cluster*, é possível dividir qualquer grupo de países, por exemplo, em vários subgrupos. Essa maior divisão requer um estudo à parte para analisar de forma pormenorizada cada um dos três grupos de países, mas isso foge ao escopo do presente estudo.

## 5 Conclusões

Este artigo investigou empiricamente a ligação entre a *upgrading* econômico e a participação dos países nas cadeias de valor globais. O nexos entre os dois fenômenos é interessante *per se*, mas também é de extrema relevância política, pois os formuladores de políticas, especialmente nos países em desenvolvimento, depositam grandes esperanças nas cadeias globais de valor como uma ferramenta de política industrial eficaz. Para isso, o presente estudo explorou uma variedade de resultados socioeconômicos associados à participação nas cadeias globais de valor (CGVs) em nível de país.

Com foco na dinâmica das CGVs em nível macro, a análise de componentes principais e o agrupamento de dados (*clusters*) sugerem três padrões principais de desenvolvimento nas CGVs entre 2000 e 2014: um núcleo formado pelos países desenvolvidos, países em desenvolvimento e em transição e um grupo de países em desenvolvimento com elevado grau de heterogeneidade entre eles. Os resultados sugerem que, ao contrário da narrativa principal sobre os efeitos positivos esperados da participação nas CGVs, mostramos uma realidade mais sutil, em que os ganhos da participação nas CGVs são desigualmente distribuídos entre e dentro dos países e apontam para a interdependência dos diversos padrões de desenvolvimento de CGV, refletindo as especificidades da divisão internacional do trabalho nas cadeias de valor. O estudo também mostrou que a participação em cadeias complexas de valor (para frente e para trás) é mais importante para os países da periferia europeia, enquanto para os países desenvolvidos variáveis como produtividade do trabalho e intensidade do capital, por exemplo, são mais importantes em suas trajetórias de desenvolvimento. Já o grupo dos países em desenvolvimento e em transição é caracterizado por um padrão extremamente heterogêneo entre os países pertencentes a esse grupo.

Os resultados devem ser considerados como uma primeira evidência sobre a questão das CGVs e *upgrading* econômico e há uma série de ressalvas. Os dois mais importantes são que tanto o número de países quanto o período que poderia ser coberto nesta análise são fortemente limitados pela disponibilidade de dados. No momento, a única possibilidade de superar essas limitações seria contar com indicadores alternativos – embora menos precisos – para a participação nas CGVs, como o comércio de peças e componentes, ou usar valores estimados para indicadores de CGV (ver

Johnson; Noguera, 2012). Outra ressalva é que, ao depender de fluxos de comércio intermediários de dados de insumo-produto entre países para definir o grau de integração às CGVs, outros aspectos da integração nestas, como produtividade, intensidade do capital e complexidade das estruturas produtivas são desconsiderados. No presente estudo, tentamos compensar isso incluindo aquelas três variáveis, além de uma *proxy* para a participação dos salários na renda. A inclusão dessas variáveis fornece um panorama multidimensional do *upgrading* industrial.

## Referências

- ARNDT, S.; KIERZKOWSKI, H. *Fragmentation: New Production and Trade Patterns in the World Economy*. Oxford University Press, Oxford, 2001.
- BALDWIN, R. *21<sup>st</sup> Century Regionalism: Filling the gap between 21<sup>st</sup> century trade and 20<sup>th</sup> century trade rules*. WTO Staff Working Paper, 2011.
- BALDWIN, R. Global supply chains: why they emerged, why they matter, and where they are going. In: ELMS, D. K.; LOW, P. (Ed.). *Global Value Chains in a Changing World*. World Trade Organization, Fung Global Institute and Termasek Foundation Centre for Trade and Negotiations, Geneva, 2013.
- BALDWIN, R. *The Great Convergence: Information Technology and the New Globalization*. Harvard University Press: Cambridge, MA, 2016.
- BAUMOL, W. J. Macroeconomics of unbalanced growth: The anatomy of urban crisis. *The American Economic Review*, v. 57, n. 3, p. 415-426, 1967.
- BERNHARDT, T.; MILBERG, W. International trade and the relation between economic and social upgrading. *Capturing the Gains*, 2012.
- CHENERY, H. B.; WATANABE, T. International comparisons of the structure of production. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p. 487-521, 1958.
- CIMOLI, M. *et al.* Institutions and policies shaping industrial development: An introductory note. *Lem Working paper series*, 2006.
- COLLIER, P.; VENABLES, A. J. Rethinking trade preferences: How Africa can diversify its exports. *World Economy*, v. 30, n. 8, p. 1.326-1.345, 2007.
- COSTA, K. V.; CASTILHO, M.; ANYUL, M. P. Productive structure and the linkage effects in the era of global value chains: An input-output analysis. *Revue d'Economie Industrielle*, n. 3, p. 147-186, 2018.
- EUROPEAN COMMISSION. For a European Industrial Renaissance. *Communication from the European Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*, 2014. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0014&from=EN>>. Acessado em: 20/10/2020.

- FAGERBERG, J. Technological progress, structural change and productivity growth: a comparative study. *Structural change and economic dynamics*, v. 11, n. 4, p. 393-411, 2000.
- FELIPE, J.; KUMAR, U.; ABDON, A. As you sow so shall you reap: from capabilities to opportunities. *Levy Economics Institute, Working Papers Series*, n. 613, 2010.
- GEREFFI, G.; STURGEON, T. Global value chains and industrial policy: The role of emerging economies. In: ELMS, D. K.; LOW, P. (Ed.). *Global Value chains in a changing world*. World Trade Organization, Fung Global Institute and Termasek Foundation Centre for Trade and Negotiations, Geneva, pp. 329-360, 2013.
- GEREFFI, G.; FERNANDEZ-STARK, K. Global value chain analysis: a primer. *Center on Globalization, Governance & Competitiveness (CGGC)*, Duke University, North Carolina, USA, 2011.
- GOUMA, R. *et al.* WIOD Socio-Economic Accounts 2016: Sources and Methods. *World Input-Output Database Project*. Available at: [http://www.wiod.org/protected3/data16/SEA/SEA16\\_Sources.pdf](http://www.wiod.org/protected3/data16/SEA/SEA16_Sources.pdf), 2018.
- HAIR, J. F. *et al.* *Multivariate data analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice hall, 1998.
- HARAGUCHI, N.; CHENG, C. F.; SMEETS, E. The importance of manufacturing in economic development: Has this changed? *World Development*, v. 93, p. 293-315, 2017.
- HAYTON, J. C.; ALLEN, D. G.; SCARPELLO, V. Factor retention decisions in exploratory factor analysis: A tutorial on parallel analysis. *Organizational research methods*, v. 7, n. 2, p. 191-205, 2004.
- HAUSMANN, R.; KLINGER, B. Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space. 2006.
- HIRSCHMAN, A. O. *The strategy of economic development*. 1958.
- HOBDAY, M. Latecomer catch-up strategies in electronics: Samsung of Korea and ACER of Taiwan. *Asia Pacific Business Review*, v. 4, n. 2-3, p. 48-83, 1998.
- HORNER, R.; NADVI, K. Global value chains and the rise of the Global South: Unpacking twenty-first century polycentric trade. *Global Networks*, v. 18, n. 2, p. 207-237, 2018.
- HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies*, v. 36, n. 9, p. 1.017-1.027, 2002.
- JOHNSON, R. C.; NOGUERA, G. Accounting for intermediates: Production sharing and trade in value added. *Journal of international Economics*, v. 86, n. 2, p. 224-236, 2012.
- KAISER, H. F. An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, v. 39, n. 1, p. 31-36, 1974.
- KALDOR, N. The role of increasing returns, technical progress, and cumulative causation in the theory of international trade and economic growth. *Economie Appliquée: Archives de l'ISMEA*, v. 34, n. 4, p. 593-617, 1981.
- KAPLINSKY, R.; READMAN, J. *Integrating SMEs in global value chains: Towards partnership for development*. Vienna: Unido, 2001.
- KAPLINSKY, R.; READMAN, J. Globalization and upgrading: what can (and cannot) be learnt from international trade statistics in the wood furniture sector?. *Industrial and Corporate Change*, v. 14, n. 4, p. 679-703, 2005.

- KAPLINSKY, R.; FAROOKI, M. Global value chains, the crisis, and the shift of markets from north to south. *Global Value Chains in a Postcrisis World; A Development Perspective*, p. 125-154, 2010.
- KUMMRITZ, V. Do global value chains cause industrial development? The Graduate Institute of International and Development Studies, Centre for Trade and Economic Integration, 2016.
- LALL, S. Technological capabilities and industrialization. *World development*, v. 20, n. 2, p. 165-186, 1992.
- LEE, J.; GEREFFI, G.; NATHAN, D. Mobile Phones: Who benefits in shifting global value chains? *Capturing the Gains, Revised Summit Briefing*, n. 6.1, 2013.
- LÊ, S.; JOSSE, J.; HUSSON, F. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, v. 25, p. 1-18, 2008.
- LEWIS, W. A. Economic development with unlimited supplies of labour. *The Manchester School of Economic and Social Studies*, v. 22, n 2, pp. 139-191, 1954.
- MARCATO, M. B.; BALTAR, C. T. Economic upgrading in global value chains: Concepts and measures. *Revista Brasileira de Inovação*, v. 19, p. e020002-e020002, 2020.
- McMILLAN, M.; RODRIK, D. Globalization, Structural Change and productivity growth. In: BACHETTA, M.; JANSEN, M. (Ed.). *Making Globalization Socially Sustainable*, International Labour Organization, Geneva, pp. 49-84, 2011.
- MILBERG, W.; WINKLER, D. *Outsourcing economics: Global value chains in capitalist development*. Cambridge University Press, 2013.
- MORRISON, A.; PIETROBELLI, C.; RABELLOTTI, R. Global value chains and technological capabilities: a framework to study learning and innovation in developing countries. *Oxford Development Studies*, v. 36, n. 1, p. 39-58, 2008.
- MYRDAL, G. *Economic Theory and Underdeveloped Regions*, Harper and Row, 1957.
- NAUDÉ, W. New Challenges for Industrial Policy. *UNU-WIDER Working Paper*, 2010/107.
- NELSON, R. R. *National innovation systems: A comparative analysis*. Oxford University Press, 1993.
- NORDHAUS, W. D. Baumol's diseases: a macroeconomic perspective. *The BE Journal of Macroeconomics*, v. 8, n. 1, 2008.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research policy*, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.
- PENEDER, M. Industrial structure and aggregate growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 14, n. 4, p. 427-448, 2003.
- PIETROBELLI, C.; RABELLOTTI, R. Global value chains meet innovation systems: are there learning opportunities for developing countries? *World development*, v. 39, n. 7, p. 1261-1269, 2011.
- PONTE, S.; STURGEON, T. Explaining governance in global value chains: A modular theory-building effort. *Review of International Political Economy*, v. 21, n. 1, p. 195-223, 2014.
- PREBISCH, R. Crecimiento, desequilibrio y disparidades: interpretación del proceso de desarrollo económico. En: *Estudio económico de América Latina, 1949-E/CN. 12/164/Rev. 1-1950-*

- p. 3-89, 1950.
- RODRIK, D. The real exchange rate and economic growth. *Brookings papers on economic activity*, v. 2008, n. 2, p. 365-412, 2008.
- RODRIK, D. *et al.* Structural change, fundamentals, and growth: an overview. *Institute for Advanced Study*, v. 23, 2013.
- SMICHOWSKI, B. C.; DURAND, C.; KNAUSS, S. Participation in global value chains and varieties of development patterns. *Cambridge Journal of Economics*, 2020.
- STÖLLINGER, R. Structural change and global value chains in the EU, *Empirica*, 43, pp. 801-829, 2016.
- STURGEON, T. J.; MEMEDOVIC, O. *Mapping global value chains: Intermediate goods trade and structural change in the world economy*. United Nations Industrial Development Organization, 2011.
- SZIRMAI, A. Industrialisation as an engine of growth in developing countries 1950–2005. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 23, i. 4, 406–420, 2012.
- SZIRMAI, A.; VERSAPAGEN, B. Manufacturing and economic growth in developing countries, 1950-2005. *Structural change and economic dynamics*, v. 34, p. 46-59, 2015.
- SYRQUIN, M. Patterns of structural change. In: CHENERY, H. B.; SRINIVASAN, T. N. (Ed.). *Handbook of development economics*, North-Holland, Amsterdam, pp. 203-273, 1988.
- TAGLIONI, D.; WINKLER, D. *Making Global Value Chains Work for Development*. Trade and Development. Washington, DC: World Bank, 2016.
- TIMMER, M. P.; SZIRMAI, A. Productivity growth in Asian manufacturing: The structural bonus hypothesis examined. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 11, n. 4, p. 371-392, 2000.
- WANG, Z. *et al.* Measures of participation in global value chains and global business cycles. *National Bureau of Economic Research*, 2017.
- WHITTAKER, D. H. *et al.* Compressed development. *Studies in Comparative International Development*, v. 45, n. 4, p. 439-467, 2010.

## Sobre o autor

Kaio Vital da Costa – [kaio.costa@ie.ufrj.br](mailto:kaio.costa@ie.ufrj.br)

Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9390-0555>.

## Agradecimentos

O autor agradece aos pareceristas anônimos os importantes comentários, que ajudaram na melhoria da qualidade deste estudo.

## Contribuições dos autores

Kaio Vital da Costa: coleta de dados, análise de dados, escrita do texto.

## Sobre o artigo

Recebido em 26 de maio de 2021. Aprovado em 01 de dezembro de 2021.