

UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE A POLARIZAÇÃO DO EMPREGO EM ECONOMIAS DESENVOLVIDAS E EM DESENVOLVIMENTO: EVIDÊNCIAS PARA O PERÍODO 2012-2022

An Investigation into Employment Polarization in Developed and Developing Economies: Evidence for the Period 2012–2022

Andressa Neis*

Eliane Araújo†

Elisangela Araújo‡

RESUMO

Este artigo investiga teórica e empiricamente a polarização do emprego em um grupo de economias desenvolvidas e em desenvolvimento no período de 2012 a 2022. A pesquisa analisa os principais fatores que influenciam esse fenômeno, incluindo mudanças tecnológicas, globalização, deslocamento de empregos para outros países (*offshoring*) e a mudança estrutural, representada pela participação da indústria manufatureira no PIB. Para isso, é utilizada uma abordagem econométrica baseada em dados em painel, de modo a se identificar os determinantes da polarização do emprego. Os resultados indicaram que, enquanto o avanço tecnológico, a globalização e o *offshoring* intensificaram a polarização ao ampliar a demanda por empregos de alta e baixa qualificação, em detrimento dos de qualificação intermediária; a participação da indústria manufatureira no PIB apresentou um efeito inverso, reduzindo esse fenômeno. Esses achados reforçam a importância de políticas públicas voltadas à requalificação da força de trabalho e ao fortalecimento do setor industrial como estratégia para mitigar os impactos negativos da polarização do emprego.

Palavras-chave: Polarização do emprego; Mercado de trabalho; Economia digital; Modelo de dados em painel.
Classificação JEL: J01; J08; J88.

ABSTRACT

This paper theoretically and empirically investigates job polarization in a selected group of developed and developing economies from 2012 to 2022. The research analyzes the main factors influencing this phenomenon, including technological changes, globalization, offshoring, and structural change, represented by the share of the manufacturing industry in GDP. To this end, an econometric approach based on panel data is employed, allowing the identification of the determinants of labor market polarization. The results indicate that while technological advances, globalization, and offshoring have intensified polarization by increasing the demand for high- and low-skilled jobs to the detriment of medium-skilled ones, the share of the manufacturing industry in GDP has had the opposite effect, reducing this phenomenon. These findings underscore the importance of public policies aimed at workforce retraining and strengthening the industrial sector as a strategy to mitigate the negative impacts of job polarization.

Keywords: Job polarization; Labor market; Digital economy; Panel data.

JEL code: J01; J08; J88.

* Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Contato: neisandressa@gmail.com

† Universidade Estadual de Maringá – UEM. Contato: elianedearaujo@gmail.com

‡ Universidade Estadual de Maringá – UEM. Contato: elisangela15.araujo@gmail.com

1 Introdução

As últimas décadas do século XX foram marcadas pelo surgimento de um *cluster* potente de inovações que alterou radicalmente a economia mundial, fenômeno ao qual se convencionou chamar de *Quinta Revolução Tecnológica* ou “*era da informação*”¹. O avanço das novas tecnologias digitais, fundamentadas no uso de semicondutores, computadores, microchips e internet – incluindo a Internet das Coisas (IoT), os sistemas ciber-físicos, Big Data, Inteligência Artificial (IA) e *Blockchain* – tem transformado profundamente os processos produtivos. Ao incorporar os progressos da microeletrônica e da informática, essas tecnologias promoveram uma automação sem precedentes e impulsionaram um modelo de produção mais flexível. Destaca-se, nesse contexto, a chamada “segunda revolução das máquinas”, em que as máquinas passaram a substituir não apenas o trabalho manual, mas também atividades cognitivas anteriormente realizadas pelo cérebro humano.

As implicações dessa revolução para o mundo do trabalho foram intensas. Evidências recentes² demonstram que a tecnologia se tornou uma das principais propulsoras das mudanças na estrutura de emprego, mais que a própria globalização nos anos recentes. Assim, nas chamadas “economias digitais”, as relações de emprego estão se modificando e as atividades realizadas pelos trabalhadores estão se tornando cada vez menos rotineiras, com impactos sobre a estrutura do emprego, as remunerações dos diferentes tipos de trabalhadores e as próprias relações de trabalho, comparativamente ao que foi no passado relativamente recente.

De fato, uma discussão que têm crescido nas últimas décadas diz respeito ao fenômeno da polarização do emprego, que se refere ao aumento simultâneo de postos de trabalho gerados em extremos opostos de qualificação, isto é, empregos de alta e baixa qualificação, em detrimento daqueles de média qualificação, os quais têm se reduzido, relativamente aos dois extremos mencionados. Embora esse tema tenha sido observado e estudado pioneiramente em economias desenvolvidas, tais como Estados Unidos e Europa, recentemente estudos também estão sendo realizados para países em desenvolvimento,

¹ Para uma discussão acerca das revoluções tecnológicas e da quinta revolução tecnológica (atual) ver Perez (2002) e Freeman & Soete (1997[2013]).

² Confira, por exemplo, Goos, Manning & Salomons, (2014) e Autor (2015).

contudo, sua natureza, causas e consequências, ainda permanecem controversas e relativamente pouco exploradas.

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa é fazer uma investigação teórica e empírica sobre a polarização do emprego em um grupo de economias desenvolvidas e em desenvolvimento, no período de 2012 a 2022. A partir de um referencial teórico e conceitual acerca do tema, são buscadas evidências da polarização, por meio de uma análise empírica em torno dos fatores determinantes da polarização do emprego em um conjunto de países selecionados, levando-se em conta, além das variáveis tradicionalmente apontadas na literatura (mudanças tecnológicas, globalização, questões institucionais), uma variável representativa de mudança estrutural nas referidas economias. A hipótese da qual parte a presente pesquisa é a de que o conjunto de variáveis relacionadas às transformações na estrutura da economia e do mercado de trabalho, tais como as mudanças tecnológicas, as dinâmicas da globalização e a mudança estrutural impactaram sobre a polarização do emprego global no período considerado.

A estrutura do artigo está organizada da seguinte forma: após a introdução, a seção 2 faz uma revisão da literatura, explorando os conceitos e estudos sobre as principais teorias explicativas da polarização do emprego. Após, a seção 3 apresenta o cálculo dos índices de polarização para 39 economias emergentes e em desenvolvimento selecionadas, por níveis de qualificação, complementando com uma análise de *clusters* segundo o grau de polarização (baixo, médio, alto). A seção 4 implementa uma análise econométrica de dados em painel para o grupo de países selecionados, para os quais testa a hipótese de que as seguintes variáveis: inovações tecnológicas, participação da manufatura no Produto Interno Bruto (PIB), globalização e o *offshoring* (transferência de empregos de um país para outro) afetam a polarização do trabalho nos países analisados, entre 2012 e 2022.

Os principais resultados da pesquisa estão em consonância com a literatura empírica analisada, indicando que as transformações na estrutura econômica e as dinâmicas da globalização desempenharam um papel importante na explicação da polarização do trabalho. Além disso, a mudança estrutural também foi relevante para explicar esse fenômeno, ao favorecer o crescimento das ocupações de baixa e alta qualificação em detrimento das posições de qualificação intermediária, no período analisado.

2 Polarização do trabalho: Conceito, causas e implicações

O surgimento de tecnologias disruptivas tem sido uma das características mais marcantes da Quinta Revolução Tecnológica, também denominada “era da informação”, que vem moldando a economia mundial desde as décadas de 1970 e 1980. A difusão das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) introduziu uma ruptura significativa no modelo produtivo vigente, pois, além de substituir a força de trabalho em diversas funções, essas inovações também se revelaram capazes de desempenhar funções cognitivas anteriormente restritas aos seres humanos.

O conceito de economia digital, ou digitalização, tem sido amplamente utilizado para descrever a transição da sociedade e da economia para a era digital. Essa transformação envolve novas formas de interação entre indivíduos e trocas de bens e serviços por meio de plataformas digitais globais, viabilizadas pela Internet e potencializadas por tecnologias emergentes. As tecnologias incluem inteligência artificial, análise avançada de dados (*advanced analytics*), *blockchain*, metaverso, computação em nuvem e computação quântica, inovações que vêm impulsionando o crescimento econômico global e redefinindo padrões de competitividade, embora seus benefícios sejam distribuídos de forma desigual entre as nações (WEF, 2023).

Dentre os reflexos das transformações tecnológicas no mundo do trabalho, estudos destacam mudanças estruturais em três principais dimensões: a natureza do trabalho, a forma de execução das atividades laborais e a própria força de trabalho (Ferreira, 2022). No que diz respeito à natureza do trabalho, observa-se um processo de automação das tarefas rotineiras e um crescimento na demanda por atividades mais analíticas. Em relação à execução das atividades, surgem novas formas de trabalho flexíveis, acompanhadas por mudanças nos modelos de gestão do trabalho. No tocante à força de trabalho, evidencia-se a crescente demanda por novas competências, consolidando a coexistência entre humanos e máquinas. Paralelamente, no âmbito educacional, a digitalização do mercado impõe a necessidade de aprendizado contínuo e trabalhadores com habilidades multifuncionais, incluindo a capacidade de adaptação.

Um dos avanços mais significativos, nesse contexto, é o impacto da Inteligência Artificial (IA) no mercado de trabalho. De acordo com Cazzaniga *et al.* (2024), aproximadamente 40% da força de trabalho global está exposta à IA, tecnologia que pode

tanto substituir trabalhadores em determinadas funções quanto complementar suas atividades em outras. Os autores argumentam que essa tendência favorece trabalhadores mais jovens e com maior nível de escolaridade, que possuem maior facilidade de adaptação às novas tecnologias. Ademais, ao contrário do paradigma anterior da automação, cujos efeitos mais expressivos se concentravam em ocupações de qualificação média, a IA tende a afetar também profissionais de alta qualificação, podendo ampliar as desigualdades salariais.

Diante dessas transformações, as relações de emprego nas economias digitais estão se modificando rapidamente, sobretudo nos países mais desenvolvidos, onde a difusão tecnológica ocorre de forma mais acelerada. Os avanços na automação e na informática têm desempenhado um papel central na reconfiguração da estrutura ocupacional, com evidências acerca do fato de que a tecnologia tem sido um dos principais vetores dessas mudanças, superando até mesmo a globalização como fator preponderante Goos, Manning & Salomons (2014); Autor (2015); Breemersch, Damijan & Konings (2019).

Nesse contexto, emerge um fenômeno relevante, cujo interesse tem crescido nas últimas décadas, que é a polarização do emprego. Esse fenômeno é caracterizado pelo crescimento simultâneo de empregos de alta e baixa qualificação, em detrimento da redução relativa das ocupações de qualificação média (Goos, Manning & Salomons, 2009). Embora a polarização do emprego tenha sido extensivamente documentada em economias desenvolvidas, suas dinâmicas, causas e consequências nos países em desenvolvimento ainda carecem de investigação mais aprofundada.

O conceito de polarização do emprego foi introduzido inicialmente por Autor, Levy & Murnane (2003) no contexto da economia norte-americana. O estudo demonstrou que a introdução de computadores e outras tecnologias a partir da década de 1980 resultou em uma queda na demanda por trabalhos rotineiros e manuais, concomitantemente ao aumento da procura por ocupações que exigem habilidades cognitivas e interativas mais complexas. Posteriormente, Goos & Manning (2007) cunharam o termo “polarização” para descrever esse fenômeno no Reino Unido, evidenciando a expansão de empregos de alta e baixa qualificação, enquanto os empregos de média qualificação estagnaram ou declinaram. Esses autores também analisaram a possibilidade de uma polarização salarial, embora não tenham encontrado evidências conclusivas.

Desde meados dos anos 2000, pesquisas sobre polarização do emprego têm se expandido para diversas economias desenvolvidas. Na Alemanha, Spitz-Oener (2006)

analisou a transformação da estrutura ocupacional, constatando que o uso crescente de computadores no local de trabalho promoveu uma reconfiguração das tarefas laborais, com um aumento das atividades analíticas e interativas e uma redução das tarefas manuais e rotineiras.

Conforme a análise dos estudos empíricos, as causas sugeridas da polarização do emprego podem ser relacionadas a quatro fatores principais: (i) mudança tecnológica, (ii) globalização, (iii) mudança estrutural do emprego e (iv) transformações institucionais e políticas laborais. A interação entre esses fatores determina a magnitude e as características específicas da polarização em diferentes economias. Na sequência, são mencionadas algumas das principais causas da polarização destacadas na literatura.

2.1 Mudança tecnológica

A mudança tecnológica tem sido apontada como um dos fatores centrais na explicação da polarização do emprego, levantando questões sobre seu impacto no desemprego e na distribuição salarial. Acemoglu (2002) argumenta que os avanços tecnológicos tendem a substituir trabalhadores menos qualificados, ao passo que aumentam a produtividade e a demanda por trabalhadores mais qualificados, ampliando as disparidades salariais.

Duas abordagens principais explicam essa dinâmica. A primeira, denominada *Skill-Biased Technical Change* (SBTC), sugere que os avanços tecnológicos beneficiam de maneira desproporcional os trabalhadores mais qualificados, tanto em termos de oportunidades de emprego quanto de remuneração (Card & DiNardo, 2002). No entanto, essa abordagem não logrou explicar satisfatoriamente o crescimento em simultâneo de empregos de baixa qualificação. Para suprir essa lacuna, surgiu outra abordagem - a *Routine-Biased Technical Change* (RBTC), proposta por Autor, Levy & Murnane (2003) e posteriormente expandida por Autor, Katz & Kearney (2006) e Goos, Manning & Salomons (2014). Essa teoria enfatiza que o impacto da tecnologia depende da natureza das tarefas desempenhadas. Tarefas rotineiras, tipicamente associadas a empregos de qualificação média, são mais suscetíveis à automação, enquanto tarefas não rotineiras, tanto de alta quanto de baixa qualificação, são menos vulneráveis.

Fernández-Macías e Hurley (2016) esclarecem que a substituição de empregos ocorre majoritariamente no segmento intermediário da estrutura ocupacional, onde a automação

tem maior impacto. De forma consistente, Goos, Manning e Salomons (2009) observaram um crescimento das ocupações de alta e baixa qualificação, acompanhado pela redução de empregos intermediários, resultando na polarização do mercado de trabalho.

Por sua vez, Autor, Dorn & Hanson (2016) propuseram um modelo que classifica as tarefas em abstratas, rotineiras e manuais. Trabalhadores com educação secundária geralmente desempenham tarefas manuais e rotineiras, enquanto aqueles com educação superior lidam com tarefas abstratas. Com a queda nos custos das tecnologias computacionais, as tarefas rotineiras passaram a ser substituídas por máquinas, reduzindo a demanda por esses trabalhadores e pressionando seus salários. Por outro lado, as tecnologias complementam as habilidades dos trabalhadores em tarefas abstratas, impulsionando sua produtividade e remuneração.

Os empregos manuais, apesar de requererem menor qualificação, cresceram devido ao deslocamento de trabalhadores oriundos de setores rotineiros. Esses trabalhadores, antes empregados em ocupações de qualificação intermediária, passaram a atuar em setores de menor qualificação, aumentando a oferta de mão de obra e reduzindo os salários nesse segmento.

Autor (2015) sugere que a combinação entre alta produtividade e escassez de profissionais altamente qualificados impulsiona seus salários, uma vez que as empresas competem para atraí-los. Em contrapartida, a abundância de trabalhadores com baixa escolaridade contribui para a queda dos salários nesses setores.

A hipótese da rotinização tornou-se um referencial relevante para os estudos sobre polarização do emprego, orientando pesquisas sobre o impacto da automação e das transformações tecnológicas na estrutura ocupacional. Cabe notar que, nas economias em desenvolvimento, o fenômeno da polarização tem se manifestado de forma mais lenta, a partir de estudos como o de Molina & Maloney (2019), que indicaram evidências limitadas desse processo nesses países.

2.2 Globalização e *offshoring*

Além da mudança tecnológica, a internacionalização da produção também é apontada como fator relevante na polarização do emprego, pois leva à transferência de empregos de qualificação intermediária para regiões com menor custo de mão de obra.

Blinder & Krueger (2009) introduziram o conceito de *offshoring*³ argumentando que aproximadamente 25% dos empregos nos Estados Unidos poderiam ser realocados para outros países, especialmente no setor de serviços.

Goos, Manning & Salomons (2009) sugerem que a queda nos empregos de qualificação intermediária nos países desenvolvidos decorre tanto do avanço tecnológico quanto do *offshoring*, reforçando o fenômeno da polarização do emprego. Acemoglu & Autor (2011) destacam que a tecnologia tem facilitado a terceirização internacional de tarefas antes desempenhadas por trabalhadores de qualificação intermediária, alterando significativamente as dinâmicas de renda e demanda por diferentes habilidades. Tuzemen & Willis (2013) corroboram essa visão, enfatizando que a globalização tem transferido empregos intermediários, sobretudo na manufatura, para economias com menores custos salariais. Paralelamente, Autor, Dorn & Hanson (2016) analisam o impacto da ascensão da China, destacando como sua integração à economia global levou a ajustes significativos nos mercados de trabalho de diversas regiões.

No entanto, Goos, Manning & Salomons (2014) argumentam que, embora o *offshoring* contribua para a polarização, a mudança tecnológica voltada para a automação de tarefas rotineiras tem um papel mais determinante, especialmente na Europa. Assim, a interação entre globalização e avanços tecnológicos molda a estrutura do emprego de forma complexa e regionalmente diferenciada, representando desafios adicionais para as políticas públicas em nível global.

O estudo de Breemersch, Damijan & Konings (2019) acrescenta a essa literatura o papel exercido pelo crescente aumento das exportações chinesas, em especial, a partir do ingresso daquele país na Organização Mundial do Comércio (OMC) em 2001. A polarização do emprego é investigada em uma amostra de 19 países da União Europeia, abarcando os setores manufatureiros e não manufatureiros, no período de 1995 a 2010. A pesquisa investigou a influência das seguintes variáveis: i) mudança tecnológica (como o uso de tecnologias digitais e a automação de tarefas rotineiras); ii) globalização (medida pela inserção nas cadeias globais de valor); iii) concorrência com as importações chinesas; iv) terceirização internacional de

³ Este conceito se insere no contexto da globalização e se refere à ideia de que empregos são transferidos de um país para outro.

atividades (*offshoring*). Também considerou *proxies* para captar a força, ou ainda a efetividade, das instituições do mercado de trabalho nos países analisados.

De modo geral, apesar das diferenças entre setores e países, os resultados indicaram que, na indústria manufatureira, a polarização do emprego esteve associada principalmente à mudança tecnológica, com indícios adicionais de impacto da concorrência chinesa, especialmente no contexto de desindustrialização que ganhou novo impulso desde então. Nos setores não manufatureiros, os principais determinantes foram a tecnologia e o *offshoring* e, adicionalmente, observou que nos países com instituições laborais mais robustas, os efeitos da polarização tenderam a ser menos acentuados.

2.3 Mudança estrutural

A mudança estrutural refere-se ao processo de transição econômica em que o trabalho e os recursos produtivos são realocados para setores mais dinâmicos, promovendo crescimento econômico e aumento da produtividade. McMillan, Rodrik & Verduzco-Gallo (2014) argumentam que as diferenças na contribuição da mudança estrutural explicam variações no crescimento entre Ásia, América Latina e África. Enquanto a Ásia teve um impacto positivo, a América Latina e a África experienciaram efeitos negativos, principalmente pela realocação da força de trabalho para setores de menor produtividade.

Os autores identificam dois componentes do crescimento da produtividade: o primeiro ligado ao avanço interno dos setores e, o segundo, decorrente da realocação da mão de obra para atividades mais produtivas. Quando essa migração ocorre de setores de baixa produtividade para setores mais eficientes, há um ganho estrutural positivo. No entanto, quando ocorre o oposto, a mudança estrutural reduz o crescimento econômico.

Gala *et al.* (2018) ressaltam a importância da indústria e dos serviços sofisticados para o crescimento, uma vez que oferecem maior mecanização, economias de escala e avanço tecnológico. Já Szirmai (2012) destaca que a migração da mão de obra da agricultura para a manufatura impulsiona a produtividade e promove um “bônus de mudança estrutural”. Por outro lado, a desindustrialização prematura pode comprometer esse processo, limitando o crescimento antes da consolidação da estrutura industrial.

A Lei de Baumol sugere que a excessiva transferência de recursos para o setor de serviços reduz a produtividade agregada, pois esses setores tendem a apresentar menor potencial de inovação e escalabilidade. Assim, a polarização do emprego pode ser agravada

quando a estrutura econômica se desloca para atividades menos dinâmicas, reduzindo a criação de empregos qualificados e impulsionando a informalidade. Dessa forma, a mudança estrutural desempenha um papel crucial na evolução do mercado de trabalho, podendo tanto impulsionar o crescimento quanto contribuir para a polarização do emprego, dependendo da direção da realocação dos recursos produtivos.

Essa hipótese é investigada por Buera *et al.* (2021), que desenvolvem um modelo teórico e implementam uma análise empírica para estudar a polarização do emprego em 15 economias desenvolvidas no período de 1970 a 2005. Segundo o estudo, mais do que o progresso tecnológico em si, o principal motor da polarização é a mudança estrutural das economias. Isto porque, à medida em que o desenvolvimento econômico se constitui em uma recomposição do valor adicionado em direção aos setores intensivos em mão de obra altamente qualificada, observa-se um aumento contínuo na demanda relativa por trabalhadores de alta qualificação. Assim, mesmo na presença de uma situação de progresso técnico neutro, a mudança estrutural desempenhou um papel central no aprofundamento da polarização do emprego nos países analisados.

3 A dinâmica de polarização do trabalho no contexto contemporâneo: breves notas

Esta seção apresenta evidências da polarização do emprego em 39 economias desenvolvidas e em desenvolvimento selecionadas, com base em dados do emprego, segundo os níveis de qualificação. Os dados foram obtidos na base *International Labour Organization Statistics* (ILOSTAT) e a análise abrange os mesmos países considerados na investigação empírica da seção 4, os quais estão descritos na Tabela 1A do Apêndice⁴.

Inicialmente, foi elaborado um índice de polarização, buscando-se averiguar se há de fato um aumento simultâneo de empregos de alta e baixa qualificação, em detrimento dos de média qualificação. Destaca-se que o cálculo deste índice é realizado a partir da soma das proporções de empregos de alta e baixa qualificação, subtraída pela proporção de empregos de média qualificação. Esta fórmula reflete a ideia de polarização do emprego, onde os

⁴ Importante destacar que dos 39 países analisados, 32 são classificados como economias desenvolvidas e 7 como em desenvolvimento.

extremos (alta e baixa qualificação) crescem em detrimento do segmento intermediário (média qualificação). O índice de polarização do emprego foi calculado segundo a fórmula:

$$\text{Polarização} = (\% \text{ de empregos de alta qualificação} + \% \text{ de empregos de baixa qualificação}) - \% \text{ de empregos de média qualificação}$$

Para a interpretação e comparação adequada do índice de polarização entre diferentes países da amostra e os anos estudados, procedeu-se a uma normalização do índice⁵. Os valores foram ajustados para ficarem entre 0 (zero) e 1 (um), subtraindo-se o valor mínimo do índice de todos os valores e dividindo pelo intervalo (máximo - mínimo) dos valores do índice.

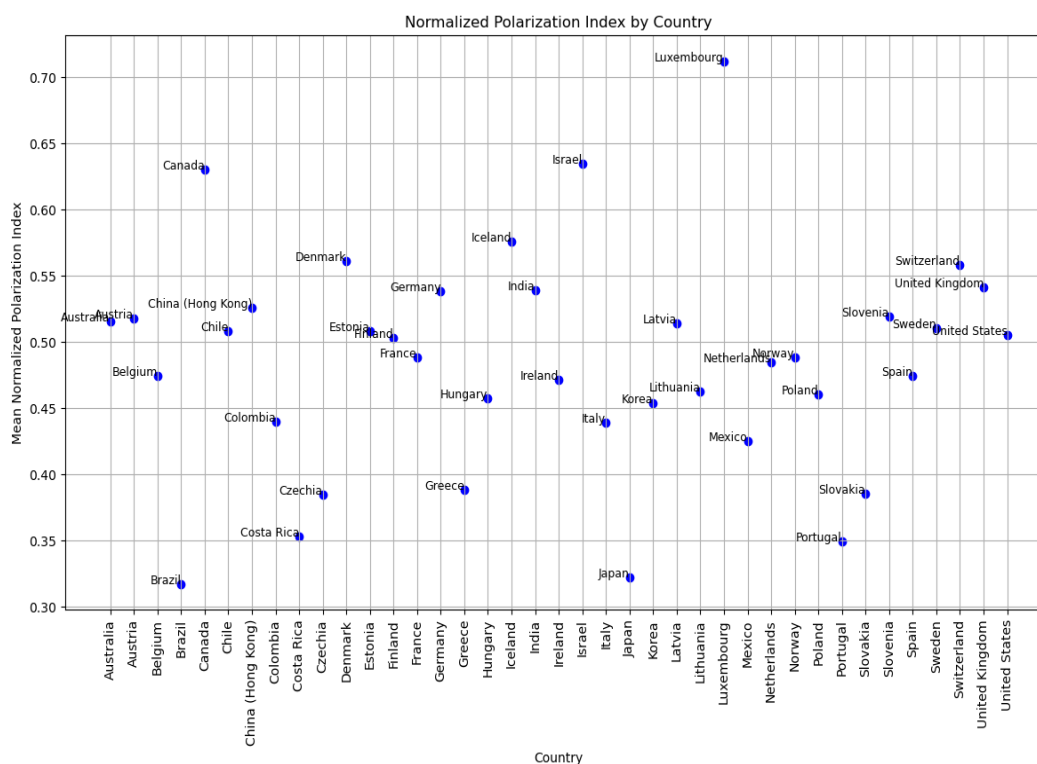
$$\text{Índice Normalizado} = (\text{Índice de Polarização} - \text{Índice Mínimo}) / (\text{Índice Máximo} - \text{Índice Mínimo})$$

Valores mais próximos de 1 indicam que há maior polarização (crescimento acentuado de empregos de alta e baixa qualificação em detrimento dos de média qualificação), enquanto valores mais próximos de 0 sugerem menor polarização. Esta metodologia empregada permite uma análise quantitativa do fenômeno de polarização do emprego, oferecendo respostas sobre como a distribuição de empregos, segundo o nível de qualificação, está se alterando ao longo do tempo e entre diferentes nações.

A Figura 1 apresenta o Índice de Polarização Normalizado para um conjunto de países, com base nos dados mais recentes disponíveis. Cada ponto no gráfico representa o valor do índice de um país específico, proporcionando uma comparação global da polarização do emprego. Observa-se uma variação considerável nos níveis de polarização entre os países analisados. Alguns registram valores próximos a 0,75, indicando uma polarização acentuada no mercado de trabalho – caracterizada pelo crescimento simultâneo de empregos em posições de alta e baixa qualificação, em detrimento das ocupações de qualificação intermediária. Em contraste, outros países exibem índices mais baixos, próximos a 0,3, sugerindo um grau reduzido de polarização do emprego.

⁵ Essa metodologia é baseada em Goos, Manning & Salomons (2009) e Goos & Manning (2007), com adaptação própria quanto à normalização e à aplicação da amostra deste estudo.

Figura 1: Índice de polarização – Países selecionados, média do período 2012-2022

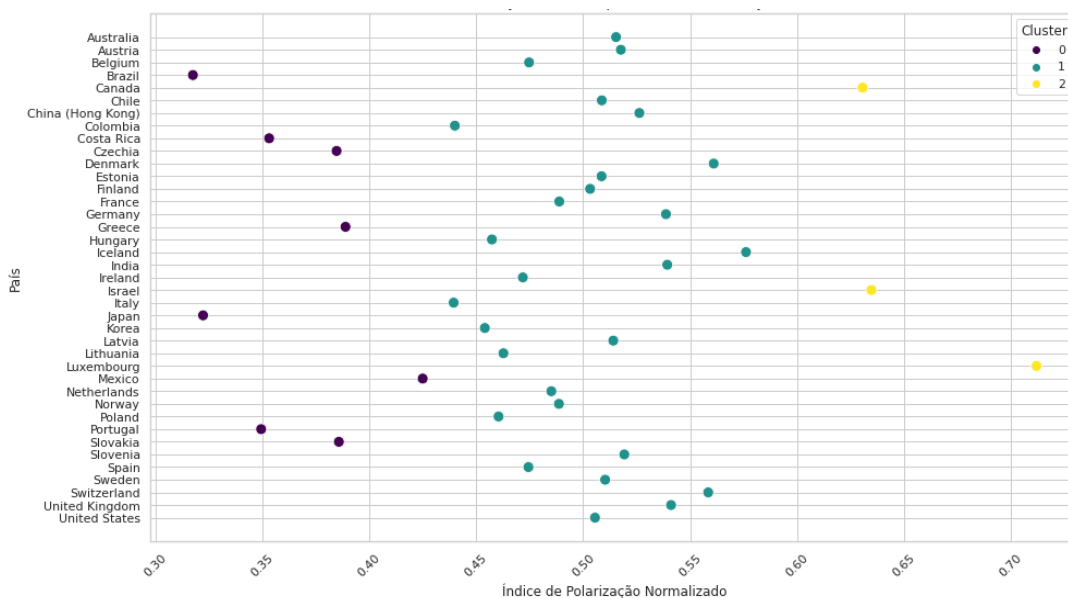


Fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos dados de ILOSTAT (2024).

A análise da Figura 1 revela que existem diferenças importantes no grau de polarização nas diferentes economias, refletindo um padrão que não é tipicamente o resultado do grau de desenvolvimento particular, mas sobretudo, refletindo diferenças econômicas, sociais, políticas e institucionais. Países com os maiores índices de polarização, como Luxemburgo, Israel e Canadá, são economias avançadas que podem estar experimentando uma confluência maior dos fatores que promovem a polarização (questões tecnológicas, formas de integração mundial, dentre outras) que podem ampliar desigualdades no que se refere à qualidade dos postos de trabalho. Por outro lado, para países como Brasil, Japão, Portugal e Costa Rica, o cálculo do índice sugere que há uma menor polarização no emprego e uma distribuição mais equilibrada de oportunidades de trabalho entre os diferentes níveis de qualificação. Essas diferenças nos índices de polarização entre os países oferecem uma perspectiva relevante na compreensão da complexidade e os desafios que cada nação enfrenta em seu contexto único.

A seguir, por meio da aplicação do KMeans e utilizando-se o número ótimo de *clusters* identificado pelo Método do Cotovelo⁶, a Figura 2 apresenta uma categorização dos índices calculados em *clusters*. Isso possibilita observar padrões parecidos de polarização, os quais serão representados por cores distintas, com cada ponto correspondendo a um país.

Figura 2: Distribuição dos países por *cluster* de polarização



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir dos dados de ILOSTAT (2024).

A análise visual dos dados da Figura 2 sugere a existência de três padrões distintos (*clusters*) de polarização do emprego entre os países representados:

- **Cluster 0 (cor roxa):** Este *cluster* agrupa países com um índice de polarização mais baixo, o que pode indicar uma distribuição mais uniforme de empregos entre os níveis de qualificação ou políticas eficazes que mitigam a polarização. Países em desenvolvimento como o Brasil e México, fazem parte deste *cluster*, mas também economias desenvolvidas como Japão, Grécia e Portugal.
- **Cluster 1 (cor verde):** Este *cluster* contém países com um índice de polarização moderado. Estes podem ser países em transição, possivelmente experimentando mudanças estruturais que afetam a distribuição de empregos qualificados e não

⁶ Para determinar o número ótimo de *clusters* a ser utilizado na análise KMeans, foi aplicado o Método do Cotovelo. Essa técnica consiste em calcular a soma dos quadrados intragrupos para diferentes valores de k (número de *clusters*) e identificar o ponto onde a taxa de redução dessa soma se estabiliza – ou seja, o "cotovelo" do gráfico. A escolha de três *clusters* decorreu desse critério. Para maiores detalhes, ver Ketchen e Shook (1996).

qualificados. Fazem parte deste *cluster* países em desenvolvimento como a Índia e a China e, dentre as economias desenvolvidas estão, por exemplo, a Itália, Alemanha e os Estados Unidos.

- **Cluster 2 (cor amarela):** Os países deste *cluster* mostram um índice de polarização mais elevado, sugerindo uma maior discrepância entre os empregos de alta e baixa qualificação em comparação com os de média qualificação. Este padrão pode refletir o impacto da globalização, automação e mudanças tecnológicas. Apenas três países, Canadá, Israel e Luxemburgo integram este *cluster*.

Em suma, a distribuição dos países em *clusters* oferece uma comparação sobre como diferentes nações se caracterizam em termos de polarização do emprego. Países dentro do mesmo *cluster* podem compartilhar características econômicas, políticas ou institucionais similares que influenciam a dinâmica do mercado de trabalho. Por outro lado, diferenças significativas entre os *clusters* podem ressaltar os efeitos variados de fatores econômicos globais e políticas nacionais.

Outrossim, a construção do banco de dados exigiu a harmonização de variáveis oriundas de diferentes fontes internacionais (ILOSTAT, Banco Mundial, OCDE), com uniformização de classificações ocupacionais e de preços constantes. Apesar de existirem estudos prévios sobre polarização em alguns países individualmente, como Estados Unidos e Reino Unido, o índice aqui proposto foi estimado pelas autoras para os 39 países da amostra, não havendo registro de aplicação desse indicador normalizado com análise de *clusters* nesta configuração específica. A próxima seção lança luz sobre estes argumentos na busca por investigar os determinantes do fenômeno da polarização.

4 Investigação empírica sobre os determinantes da polarização

Com base na discussão teórica apresentada no artigo, a presente seção investiga empiricamente os determinantes da polarização do emprego em um conjunto selecionado de países. A abordagem empírica baseia-se na estimação da seguinte equação⁷:

$$Pol_{i,t} = Pol_{i,t-1} + Ind_{i,t} + Gerd_{i,t} + Exgr_dva + Kofgi_{i,t} + z_{i,t} + \mu_{i,t} \quad (1)$$

⁷ Uma descrição detalhada das séries é apresentada na Tabela A1 no Apêndice.

Onde:

Pol é a variável dependente que representa o fenômeno de empregos de habilidade média sendo substituídos por empregos de alta e baixa habilidade, calculada pelos autores como a soma das proporções de empregos de alta e baixa habilidade menos a proporção de empregos de habilidade média;

Ind It indica a importância do setor de manufatura na economia;

Gerd representa o investimento em pesquisa e desenvolvimento, indicando o nível de inovação tecnológica;

Exgr_dva mede o valor dos agregados familiares nas exportações, refletindo o grau de *Offshoring*;

Kofgi um índice abrangente que mede o grau de globalização de um país;

z é um conjunto de variáveis de controle, tais como: PIB *per capita*, gastos do governo em educação, taxa de câmbio, inflação.

O termo μ incorpora os efeitos fixos específicos não observados para cada país e um termo de erro.

As variáveis tratadas como endógenas foram: o índice de globalização (*Kofgi*), o conteúdo doméstico nas exportações (*exgr_dva*) e o investimento em P&D (*gerd*), dado seu potencial endógeno com a polarização do trabalho. A variável dependente (índice de polarização) também foi inserida com defasagens como regressor, refletindo sua dinâmica temporal. As demais variáveis foram tratadas como exógenas.

Para apresentar as evidências empíricas e permitir testar nossas hipóteses, foi construído um banco de dados com informações sobre 39 países, descritos na tabela A1 no apêndice, para o período de 2012 a 2022, utilizando para isso dados de fontes como o Banco Mundial, a *International Labour Organization Statistics* (ILOSTAT) e a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), conforme a tabela A2 no Apêndice.

Testa-se a hipótese de que as variáveis: inovações tecnológicas, participação da manufatura no PIB, globalização e o *offshoring* afetam a polarização do trabalho nos países selecionados, entre 2012 e 2022. A metodologia econométrica adotada foi um modelo de dados de painel dinâmico e o Método dos Momentos Generalizados (GMM), mais especificamente, o estimador *System GMM* desenvolvido a partir de Arellano & Bond (1991),

Arellano & Bover (1995) e Blundell & Bond (1998). De acordo com Roodman (2009), tais estimadores são apropriados no uso de dados de painel quando temos o seguinte: i) um número de períodos inferior ao número de indivíduos; ii) uma relação funcional linear; iii) uma variável dependente atrasada, ou seja uma influenciada por seus valores passados; iv) variáveis explicativas que não são estritamente exógenas, ou seja, pré-determinadas e/ou endógenas; v) efeitos fixos individuais; vi) heterocedasticidade e autocorrelação dentro de grupos de indivíduos; e vii) possibilidade de instrumentos internos baseados em suas próprias variáveis desfasadas ou instrumentos externos.

No modelo estimado, algumas variáveis foram tratadas como endógenas, dada sua interação bidirecional com a estrutura ocupacional. Em particular, o índice de globalização (*Kofgi*), o conteúdo doméstico nas exportações (*exgr_dva*) e o investimento em pesquisa e desenvolvimento (*gerd*) foram especificados como endógenos. A variável dependente defasada (*lnpol*) também foi incluída para capturar a persistência do fenômeno da polarização. As variáveis endógenas foram instrumentadas por suas próprias defasagens apropriadas, enquanto as demais foram tratadas como exógenas ou pré-determinadas. Essa especificação visa garantir a consistência dos estimadores e a robustez dos resultados. Os resultados das estimações estão resumidos na Tabela 1, que apresenta 4 modelos diferentes que variam de acordo com os diferentes controles que foram introduzidos no modelo básico.

Tabela 1: Estimativas dos determinantes da polarização do trabalho

VARIÁVEIS	1 lnpol	2 lnpol	3 lnpol	4 lnpol
L.lnpol	0.019 -	0.025	0.021 -	0.031
	0.023 0.082	-0.024	0.022 0.098	-0.024
L2.lnpol	***	0.089***	***	0.096***
	- 0.022	-0.021	- 0.024	-0.023
lnind	0.070***	-0.082***	0.070***	-0.056***
	- 0.014	-0.022	- 0.014	-0.016
lngerd	0.087 ***	0.079***	0.094 ***	0.054**
	- 0.019	-0.018	- 0.018	-0.024
L.lnkofgi	0.619 ***	0.803***	0.607 ***	0.861***
	- 0.181	-0.267	- 0.179	-0.213
L.lnexgr_dva	0.285 ***	0.300***	0.278 **	0.16
	- 0.101	-0.112	- 0.118	-0.117
L.lnpib_ppp		-0.041 -0.055		
L.lnexchange			0.032 -	
			0.201 -	
L.lninflao				0.044** -0.02
Constant	2.985*** -	-3.325***	2.919*** -	-4.026***
	0.794	-0.815	0.784	-0.94
Observations	281	281	281	281
Number of country	39	39	39	39
AR(1)	0.000 128	0.000121	9.92 E-05	0.000147
AR(2)	0.266 0.181	0.223	0.211 0.181	0.197
Hansen	4	0.1797	9	0.1933
Number of Instruments	44	44	44	44

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fonte: Elaborado pelas autoras com base nos dados da pesquisa.

A análise da Tabela 1 mostra aspectos relevantes acerca da polarização e seus determinantes. Iniciando pela variável representativa da mudança estrutural – a participação da indústria manufatureira no PIB (Ind), nota-se que esta foi significativa e apresentou sinal

negativo para explicar a polarização do trabalho, evidenciando que uma maior participação da indústria manufatureira no PIB contribui para que o emprego não se situe apenas entre os extremos de alta e baixa qualificação, mas também entre os empregos medianos. Esse resultado sugere que o fenômeno da desindustrialização, caracterizado pela perda de participação do valor adicionado da indústria no PIB ou pela redução do emprego industrial, pode estar contribuindo para o aumento da polarização do trabalho em muitos países.

Em contrapartida, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (Gerd), empregados como indicadores do progresso tecnológico, demonstraram uma correlação positiva e significativa com a polarização do trabalho, salientando o impacto significativo da inovação e automação tecnológica na reconfiguração do mercado de trabalho. Esse fenômeno reflete uma profunda transformação nas estruturas do mercado de trabalho, com a eliminação progressiva de empregos que demandam competências intermediárias, ao mesmo tempo em que se intensifica a procura por profissionais altamente qualificados, dotados de capacidades avançadas e criativas, e por trabalhadores para funções de menor qualificação, frequentemente imunes à substituição por máquinas devido à natureza de suas tarefas.

Além disso, a globalização (Kofgi) exerceu um efeito positivo e significativo na polarização do trabalho, evidenciando que integração econômica e a interdependência global ampliam as disparidades entre os extremos do espectro de qualificação laboral. Este fenômeno evidencia que os fluxos comerciais e investimentos transfronteiriços tendem a favorecer a criação de empregos altamente qualificados e empregos de baixa qualificação, enquanto os empregos de qualificação média são marginalizados.

A variável *lnexgr_dva*, que representa o valor doméstico nas exportações, emergiu como um fator que contribui para explicar a polarização do trabalho, refletindo positivamente sobre a trajetória dessa variável. Isso indica que quanto maior for o percentual de valor adicionado doméstico presente nas exportações de uma economia, isto está associado a uma amplificação da polarização. Tal dinâmica sugere que o engajamento das economias em cadeias de valor globais, por meio da especialização em etapas de produção de alto valor agregado localmente, pode resultar em mudanças estruturais no mercado de trabalho que favorecem os extremos das ocupações - altas e/ou baixas habilidades em detrimento das habilidades intermediárias.

As variáveis de controle possibilitaram o maior ajuste do modelo, contudo, dentre elas, somente a inflação mostrou-se significativa e alinhada com as expectativas teóricas. O oposto se deu em relação à variável relativa ao índice de efetividade da governança. Este resultado sublinha a relevância da estabilidade de preços no contexto da polarização do trabalho, ao mesmo tempo em que sugere a complexidade em capturar o impacto direto da governança sobre essa dinâmica, dentro do modelo especificado.

Cabe ressaltar, que os resultados das estimações, em linhas gerais, estão coerentes com a literatura empírica apresentada na seção 2 (Autor, Dorn & Hanson, 2016; Tuzemen & Willis, 2013; Goos, Manning & Salomons, 2014; Autor, 2015; Fernández-Macías & Hurley, 2016; Cazzaniga *et al.*, 2024), segundo a qual as inovações tecnológicas, a globalização, o *offshoring* são fatores responsáveis por eliminar postos de trabalho medianos, que se caracterizam por atividades rotineiras, aumentando relativamente as atividades braçais que não podem ser substituídas, mas também aquelas que exigem maiores qualificações em linha com as tecnologias da quinta revolução industrial, da economia digital e dos novos profissionais que são demandados no contexto laboral.

Por fim, para conferir consistência ao estimador GMM, é preciso que os instrumentos utilizados no modelo sejam válidos. Neste sentido, Arellano & Bond (1991) sugerem dois testes: i) o teste de Hansen, cuja hipótese nula é de que os instrumentos são sobre identificados, e ii) o teste de autocorrelação para verificar se o erro diferenciado apresenta autocorrelação de segunda ordem. No teste de Hansen, falhar em rejeitar a hipótese nula do teste indica que os instrumentos usados são robustos. Assim, os testes para os quatro modelos indicam que as restrições utilizadas são válidas.

O teste de autocorrelação serial examina a hipótese de que o termo de erro não é serialmente correlacionado. Mais especificamente, é testado se o termo de erro diferenciado é correlacionado serialmente em segunda ordem (por construção, o termo de erro diferenciado é, provavelmente, correlacionado serialmente em primeira ordem, mesmo se o termo de erro original não for). Os testes indicam que não se pode rejeitar a hipótese nula de inexistência de correlação serial de segunda ordem no termo de erro diferenciado.

Pode-se concluir, portanto, que os resultados das estimações, em todos os modelos são robustos e consistentes, validando a aplicabilidade do método GMM para a investigação dos determinantes da polarização do trabalho. A validação dos instrumentos, confirmada

pelos testes de Hansen e pela ausência de autocorrelação serial de segunda ordem, assegura a confiabilidade das estimações obtidas.

Em suma, a análise empírica apresentada revelou como a estrutura econômica e do mercado de trabalho, as dinâmicas de globalização e integração mundial, bem como a mudança estrutural, afetam a polarização do emprego. A significância negativa da indústria manufatureira sugere que a desindustrialização acelera a polarização, ao passo que os investimentos em P&D e a globalização exacerbam esse fenômeno, privilegiando os empregos nos extremos de qualificação. O valor doméstico nas exportações também amplifica a polarização, indicando a influência da integração global. A robustez dos resultados, garantida pelos testes de Hansen e de autocorrelação, reforça a validade do modelo GMM na análise da polarização do trabalho, oferecendo *insights* importantes para o desenvolvimento de políticas econômicas e sociais, dentre as quais se destacam, a importância fortalecimento do setor industrial como estratégia para mitigar os impactos negativos da polarização do emprego, além da centralidade de políticas públicas voltadas à requalificação da força de trabalho em linha com os requerimentos da quinta revolução industrial.

5 Comentários finais

O interesse em torno da temática da polarização do emprego tem crescido a partir dos anos 2000. Este fenômeno, que se refere ao aumento simultâneo de postos de trabalho gerados em extremos opostos de qualificação, isto é, empregos de alta e baixa qualificação, em detrimento daqueles de qualificação mediana, tem sido apontado como uma das características dos mercados de trabalho das economias desenvolvidas, onde este é observado mais claramente, porém, vêm sendo investigado também nos países em desenvolvimento, nos anos mais recentes. Dentre as causas apontadas para essa mudança na estrutura do mercado de trabalho estão as relacionadas às inovações tecnológicas, a globalização, o *offshoring* – que se refere a transferência de empregos de um país para outro, como variáveis que explicam a tendência de polarização nas últimas décadas.

Este artigo objetivou a condução de uma investigação teórica e empírica da polarização do emprego para um grupo de economias desenvolvidas e em economias em desenvolvimento selecionadas, entre 2012 a 2022. A partir de um referencial teórico e conceitual em torno do tema tratado, foram discutidas as principais variáveis retratadas pela

literatura como responsáveis por este fenômeno, bem como buscadas evidências da polarização, com a implementação de uma análise econométrica de dados em painel que investigou os fatores determinantes da polarização do emprego em 39 países desenvolvidos e em desenvolvimento selecionados. Além das variáveis testadas pela literatura, foi incluída também uma *proxy* para a mudança estrutural – que foi a participação da indústria manufatureira no PIB.

Para testar a hipótese, construiu-se um banco de dados com informações acerca dos 39 países analisados, para os quais a análise econométrica considerou a polarização do emprego como a variável explicada e, como variáveis explicativas, as variáveis comumente apontadas na literatura (mudanças tecnológicas, a globalização, questões institucionais). Também foi incluída uma variável representativa de mudança estrutural – a participação relativa da indústria manufatureira no PIB, como citado.

Os resultados sugeriram que as mudanças na estrutura econômica e do mercado de trabalho, tais como as mudanças tecnológicas e as dinâmicas da globalização mundial afetaram a polarização do trabalho. De forma positiva, destacaram-se os efeitos dos investimentos em P&D – que representam a mudança tecnológica – e a globalização, como variáveis que exacerbam o fenômeno da polarização, privilegiando assim, a expansão na direção dos empregos nos extremos de qualificação. O valor doméstico nas exportações, uma medida para o *offshoring*, também mostrou efeito positivo, indicando que este contribuiu para ampliar a polarização, sugerindo a influência da integração global no período analisado. Em direção oposta, notou-se a significância negativa da participação relativa da indústria manufatureira no PIB, *proxy* para a mudança estrutural, a qual sugeriu que a ocorrência da desindustrialização contribuiu para acelerar a polarização, reduzindo empregos medianos.

Esses achados sugerem, ainda, que este é tema um complexo, uma vez que possui múltiplos determinantes e que se reforçam mutuamente, resultando em efeitos distintos nos países em que ele ocorre. Vale chamar a atenção para o papel das políticas e das instituições nacionais, como um fator importante na promoção de medidas capazes de atenuar os efeitos adversos sobre o mercado de trabalho, bem como sobre o desenvolvimento econômico, em médio e longo prazo.

Referências

- Acemoglu, D. (2002). Technical change, inequality, and the labor market. *Journal of Economic Literature*, 40(1), 7–72.
- Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. In O. Ashenfelter & D. Card (Eds.), *Handbook of labor economics* (Vol. 4B, pp. 1043–1171). Elsevier. DOI:10.1016/S0169-7218(11)02410-5
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297. DOI:10.2307/2297968
- Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1), 29–51. DOI: 10.1016/0304-4076(94)01642-D
- Autor, D. H. (2015). Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), 3–30. DOI:10.1257/jep.29.3.3
- Autor, D. H., Dorn, D., & Hanson, G. H. (2016). The China shock: Learning from labor-market adjustment to large changes in trade. *Annual Review of Economics*, 8(1), 205–240. DOI:10.1146/annurev-economics-080315-015041
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279–1333. DOI:10.1162/003355303322552801
- Autor, D., Katz, L. F., & Kearney, M. S. (2006). The polarization of the U.S. labor market. *American Economic Review*, 96(2), 189–194. DOI:10.1257/000282806777212620
- Blinder, A. S., & Krueger, A. B. (2009). Alternative measures of offshorability: A survey approach. *NBER Working Paper Series* (No. 15287).
- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1), 115–143. DOI:10.1016/S0304-4076(98)00009-8
- Breemersch, K., Damijan, J. P., & Konings, J. (2019). What drives labor market polarisation in advanced countries? The role of China and technology. *Industrial and Corporate Change*, 28(1), 51–77. DOI: 10.1093/icc/dty063
- Buera, F. J., Kaboski, J. P., Rogerson, R., & Vizcaino, B. (2022). Skill-biased structural change. *Review of Economic Studies*, 89(2), 592–625. DOI:10.1093/restud/rdab035
- Card, D., & DiNardo, J. E. (2002). Skill-biased technological change and rising wage inequality: Some problems and puzzles. *Journal of Labor Economics*, 20(4), 733–783. DOI:10.1086/342055
- Cazzaniga, M., Jaumotte, F., Li, L., Melina, G., Panton, A. J., Pizzinelli, C., Rockall, E., & Tavares, M. M. (2024). *Gen-AI: Artificial intelligence and the future of work*. IMF Staff Discussion Note No. 2024/001. DOI:10.5089/9798400262548.006
- Fernández-Macías, E., & Hurley, J. (2016). Routine-biased technical change and job polarization in Europe. *Socio-Economic Review*, 15(3), 563–585.

- Ferreira, P. (2022). *Futuro do trabalho no Brasil: Mudanças de uma revolução acelerada*. Fundação Getulio Vargas.
- Freeman, C., & Soete, L. (2013). *The economics of industrial innovation* (3rd ed.). Routledge. (Obra original publicada em 1997). DOI:10.4324/9780203064474
- Gala, P., Rocha, I., Magacho, G., & Morceiro, P. (2018). Sophisticated jobs matter for economic complexity: An empirical analysis based on input-output matrices and employment data. *Structural Change and Economic Dynamics*, 45, 1–8. DOI:10.1016/j.strueco.2017.11.005
- Goos, M., & Manning, A. (2007). Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain. *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), 118–133.
- Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2009). Job polarization in Europe. *American Economic Review*, 99(2), 58–63. DOI:10.1257/aer.99.2.58
- Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2014). Explaining job polarization: Routine-biased technological change and offshoring. *American Economic Review*, 104(8), 2509–2526. DOI:10.1257/aer.104.8.2509
- International Labour Organization. (2024). *ILOSTAT*.
- Ketchen, D. J., & Shook, C. L. (1996). The application of cluster analysis in strategic management research: An analysis and critique. *Strategic Management Journal*, 17(6), 441–458. DOI:10.1002/(SICI)1097-0266(199606)17:6<441::AID-SMJ819>3.0.CO;2-G
- McMillan, M., Rodrik, D., & Verduzco-Gallo, Í. (2014). Globalization, structural change, and productivity growth, with an update on Africa. *World Development*, 63, 11–32. DOI:10.1016/j.worlddev.2013.10.012
- Molina, C., & Maloney, W. F. (2019). *Why formal jobs are good for workers*. World Bank.
- Perez, C. (2002). *Technological revolutions and financial capital: The dynamics of bubbles and golden ages*. Edward Elgar Publishing. DOI:10.4337/9781781005323
- Roodman, D. (2009). A note on the theme of too many instruments. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 71(1), 135–158. DOI:10.1111/j.1468-0084.2008.00542.x
- Spitz-Oener, A. (2006). Technical change, job tasks, and rising educational demands: Looking outside the wage structure. *Journal of Labor Economics*, 24(2), 235–270. DOI:10.1086/499972
- Szirmai, A. (2012). Industrialisation as an engine of growth in developing countries, 1950–2005. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), 406–420. DOI:10.1016/j.strueco.2011.01.005
- Tuzemen, D., & Willis, J. (2013). The vanishing middle: Job polarization and workers' response to the decline in middle-skill jobs. *Economic Review*, 98(Q1), 5–32.
- World Economic Forum. (2023). *The future of jobs report 2023*. World Economic Forum.

Apêndice

Tabela A1

Países selecionados da Pesquisa/Grau de desenvolvimento	
Países desenvolvidos (32)	Austrália, Austria, Belgium, Canada, Colombia, China (Hong Kong), Czechia, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Israel, Italy, Japan, Korea, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom, United States.
Países em desenvolvimento (7)	Brazil, Chile, Costa Rica, Hungary, India, Mexico, Poland.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A2: Descrição das variáveis do modelo

Categoria	Séries	Comentários
Polarização	<p>O índice de polarização do trabalho é calculado e normalizado para medir a distribuição do emprego por níveis de qualificação, refletindo a polarização entre empregos de alta e baixa qualificação em detrimento dos empregos de qualificação média.</p> <p>Cálculo do Índice de Polarização: O índice de polarização é determinado pela fórmula: $(\% \text{ Qualificação Alta} + \% \text{ Qualificação Baixa}) - \% \text{ Qualificação Média}$ </p> <p>Normalização do Índice: Para permitir comparações eficazes entre diferentes países e ao longo do tempo, o índice é normalizado: $\text{Índice Normalizado} = (\text{Índice de Polarização} - \text{Índice Mínimo}) / (\text{Índice Máximo} - \text{Índice Mínimo})$ </p> <p>Nesta escala, valores mais próximos de 1 indicam maior polarização, enquanto valores mais próximos de 0 sugerem menor polarização.</p>	Emprego por atividade econômica e ocupação. Uma variável dependente que representa o fenômeno de empregos de habilidade média sendo substituídos por empregos de alta e baixa habilidade.
Exgr_dva	<p>EXGR_DVA: Conteúdo de valor agregado doméstico das exportações brutas. Atividade econômica: total Dólar Americano, Milhões Fonte: TIVA 2023 ed. Indicadores Chave</p>	Mede o valor dos agregados familiares nas exportações, refletindo o grau de <i>Offshoring</i> e sua influência na estrutura do emprego.
Kofgi	<p>Índice KOF de globalização Vários indicadores Fonte: Instituto Econômico Suíço KOF</p>	Um índice abrangente que mede o grau de globalização de um país, crucial para entender seu impacto na polarização do trabalho.

Gerd	Despesa Doméstica Bruta em P&D (GERD) Fonte: Indicadores Principais de Ciência e Tecnologia (base de dados MSTI) Frequência: Anual Unidade: Percentual do PIB	Representa o investimento em pesquisa e desenvolvimento, indicando o nível de inovação tecnológica e seu impacto na polarização.
GDP_PPP	GDP_PPP – PIB per capita, PPP (constante 2017, dólares internacionais) Fonte: Banco Mundial, Programa de Comparação Internacional Política Econômica & Dívida: Paridade do poder de compra Frequência: Anual Tipo de média: Média ponderada	Medida de desenvolvimento econômico e riqueza ajustada pela paridade do poder de compra, influenciando a estrutura do trabalho.
Inflao	Inflação, preços ao consumidor (anual %) Fonte: Banco Mundial, Programa de Comparação Internacional Política Econômica & Dívida: Paridade do poder de compra Frequência: Anual Tipo de média: Média ponderada	Taxa de inflação refletindo a estabilidade de preços e seu impacto na economia e no mercado de trabalho.
Exchange_rate	Taxa de câmbio oficial (LCU por US\$, média do período) Fonte: Fundo Monetário Internacional, Estatísticas Financeiras Internacionais Setor Financeiro: Taxas de câmbio & preços Frequência: Anual Tipo de média: Média ponderada	A taxa de câmbio afeta o comércio internacional e a competitividade econômica, influenciando a estrutura do emprego.
Ind	Valor agregado da manufatura (% do PIB) Fonte: Dados de contas nacionais do Banco Mundial e arquivos de contas nacionais da OCDE Política Econômica e Dívida: Contas nacionais: Participações no PIB e outros Frequência: Média anual ponderada Licença: CC BY-4.0	Indica a importância do setor de manufatura na economia, relacionada a mudanças na demanda por habilidades e empregos.
Ged	Despesa governamental em educação (% do PIB) Fonte: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), Instituto de Estatísticas Entradas de Educação Frequência: Anual Tipo de dado: Mediana	Reflete o investimento do governo em educação, chave para o desenvolvimento do capital humano e influência na polarização.

Fonte: Elaboração própria.