



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE ECONOMIA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

**JENNIFER DO É SANTOS**

**O MERCADO DE TRABALHO DO SETOR DE TECNOLOGIA DA  
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A POLARIZAÇÃO DO  
EMPREGO: EVIDÊNCIAS PARA O BRASIL ENTRE 2007 E 2019**

**Salvador  
2025**

**JENNIFER DO É SANTOS**

**O MERCADO DE TRABALHO DO SETOR DE TECNOLOGIA DA  
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A POLARIZAÇÃO DO  
EMPREGO: EVIDÊNCIAS PARA O BRASIL ENTRE 2007 E 2019**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para o curso de Ciências Econômicas da Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Área de Concentração: Economia do Trabalho.

Orientador: Prof. Dra. Diana Lúcia Gonzaga da Silva

**Salvador  
2025**

Ficha catalográfica elaborada por Gabriela da Silva, CRB-5/1179

Santos, Jennifer Do É.

S237 O mercado de trabalho do setor de tecnologia da informação e comunicação e a polarização do emprego: evidências para o Brasil entre 2007 e 2019. / Jennifer Do É Santos. – Salvador, 2025.

49f.; Il. Tab.; graf.

TCC - (Curso de graduação em Ciências Econômicas) – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, 2025.

Orientador: Profa. Dra. Diana Lúcia Gonzaga da Silva.

1. Mercado de trabalho. 2. Emprego - escolaridade. 3. RAIS. 4. Emprego – tecnologias de informação. I. Silva, Diana Lúcia Gonzaga da. II. Título. III. Universidade Federal da Bahia.

CDD: 331.120981

**JENNIFER DO É SANTOS**

**O MERCADO DE TRABALHO DO SETOR DE TECNOLOGIA DA  
INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO E A POLARIZAÇÃO DO  
EMPREGO: EVIDÊNCIAS PARA O BRASIL ENTRE 2007 E 2019**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovada em 27 de Janeiro de 2025.

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente  
 **DIANA LUCIA GONZAGA DA SILVA**  
Data: 27/01/2025 11:46:23-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dra. Diana Lúcia Gonzaga da Silva**  
Universidade Federal da Bahia

Documento assinado digitalmente  
 **EVERLANDIA DE SOUZA SILVA**  
Data: 29/01/2025 21:12:28-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dra. Everlândia de Souza Silva**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Serra Talhada

Documento assinado digitalmente  
 **STELIO COELHO LOMBARDI FILHO**  
Data: 29/01/2025 23:30:36-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Stélio Coêlho Lombardi Filho**  
Universidade Federal da Bahia

*Soli Deo Gloria*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço especialmente aos meus pais, que sempre tiveram minha educação e a do meu irmão como prioridade, mesmo em meio às muitas dificuldades que essa vida nos fez passar. Agradeço também aos meus avós, que são grandes exemplos de como é viver a vida dura sob o sol quente, e aos meus maravilhosos primos e primas, que são muitos e muito me encheram de alegrias e aventuras e que hoje me enchem de muito orgulho.

Aos meus companheiros de desventuras universitárias, que me acompanharam em grandes caminhadas entre os campos quando perdíamos o ônibus e esperavam comigo nas longas filas do RU. Em especial a Alexandra, que me mostrou tão bem como inteligência, esforço e sensibilidade fazem uma combinação extraordinária, e a Juan Pablo, que além de toda coragem, gentileza e alegria que me mostrou, ainda decidiu estar ao meu lado pelo resto da vida.

E em meio a todos os casos da vida, agradeço à minha orientadora, a professora Diana, que mesmo com o meu vai e vem sempre teve muita paciência e sempre me ajudou, possibilitando em grande parte que essa monografia fosse concluída.

E por último agradeço a Deus, Ele mesmo, Aquele que me encontrou no meio de toda essa jornada e me mostrou que a vida tem sim um sentido e por isso hoje eu vivo. Me mostrou que a fé e o racional não estão separados e que a imaginação e a criatividade não nos levam para longe, mas para perto. Ele me ajustou e sustentou durante todo o percurso, a Ele dedico todas as coisas.

## RESUMO

O fenômeno da polarização do emprego refere-se a uma tendência de crescimento da demanda por trabalho nos extremos da escala de remuneração (baixa e alta escolaridades), enquanto diminui a demanda na parte intermediária dessa escala em função dos avanços tecnológicos no mercado de trabalho. A redução do emprego na parte intermediária pode ser explicada pela presença de atividades rotineiras. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é investigar o efeito dos empregos no setor de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) sobre os empregos em diferentes estratos de escolaridade (alta, média e baixa) no mercado de trabalho do Brasil. Para isso, utilizou-se um estimador de efeitos fixos para dados em painel, tendo a RAIS como principal fonte de dados. A relação entre os empregos no setor de TIC e os empregos nas três faixas de escolaridade foi analisada para o Brasil, a nível municipal, no período de 2007 a 2019, com base na hipótese de polarização discutida na literatura. Os resultados apontam para uma relação positiva entre o setor de TIC e os empregos de média e alta escolaridade, não confirmando a hipótese de polarização no país.

Palavras-chaves: polarização do emprego; mercado de trabalho; habilidades rotineiras.

## **ABSTRACT**

The phenomenon of job polarization refers to a tendency for labor demand to grow at the extremes of the wage distribution (low and high levels of education), while demand at the intermediate end of the scale decreases as a result of technological advances in the labor market. The reduction in mid-level employment can be explained by the presence of routine activities. In this context, the aim of this paper is to investigate the effect of jobs in the Information and Communication Technologies (ICT) sector on jobs in different education strata (high, medium and low) in the Brazilian labor market. To do this, we used a fixed effects estimator for panel data, with RAIS database from Brazil as the main source of data. The relationship between jobs in the ICT sector and jobs in the three educational levels was analyzed for Brazil, at the municipal level, from 2007 to 2019, based on the polarization hypothesis discussed in the literature. The results point to a positive relationship between the ICT sector and medium- and high-education jobs, not confirming the polarization hypothesis in the country.

**Keywords:** job polarization; labor market; routine skills.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DO MERCADO DE TRABALHO DE TICs NO BRASIL: 2007 A 2019</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>DEMANDA POR TRABALHO NO SETOR DE TICs E POLARIZAÇÃO DO EMPREGO: TEORIA E EVIDÊNCIAS</b>	<b>22</b>
3.1	A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E AS MUDANÇAS NA DEMANDA POR TRABALHO	22
3.2	PROCESSOS DE AUTOMAÇÃO E POLARIZAÇÃO NO MERCADO DE TRABALHO	24
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>36</b>
4.1	DADOS	36
4.2	MODELO ECONOMÉTRICO	37
4.3	MÉTODO	39
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>41</b>
5.1	ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS	41
5.2	RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES	42
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A polarização do emprego é um fenômeno que se refere ao movimento de crescimento da demanda por trabalho nos pontos extremos da escala de remuneração, ao mesmo tempo em que se diminui a demanda na parte intermediária. Analisando a existência desse movimento, Acemoglu e Autor (2011) mostraram que, nos Estados Unidos durante a década de 1980, a relação entre o crescimento do emprego e o nível de habilidade das ocupações era crescente e uniforme. Entretanto, nos anos 90 surgiu o fenômeno da polarização, com o aumento dos empregos de baixo nível de habilidade em relação aos intermediários, tendência que se acentuou nos anos 2000.

O estudo de Autor e Dorn (2013) também confirmou a existência de polarização no decorrer dos anos nos Estados Unidos, com um aumento na proporção de empregos com baixa habilidade, em contraste com a diminuição na proporção de empregos com habilidade intermediária. Os autores sugerem que a polarização do emprego pode ser explicada por fatores como a automação de tarefas rotineiras, a globalização e a mudança na estrutura produtiva da economia dos EUA.

Voltando-se especificamente para o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), Michaels, Natraj e Van Reenen (2014) se propuseram a investigar se essas tecnologias tiveram influência na polarização dos mercados de trabalho do Japão, Estados Unidos e nove países da Europa ao longo de um período de 25 anos (1980-2004). Os autores apontam que a polarização ocorreu à medida que o uso da tecnologia aumentou a demanda por trabalhadores mais qualificados e por trabalhadores na menor faixa de qualificação, enquanto os trabalhadores na faixa intermediária viram sua demanda sendo reduzida.

Focando no Brasil, Adamczyk, Monasterio e Fochezatto (2021) analisaram os efeitos da automação no mercado de trabalho do país, destacando que 44,8% dos trabalhadores estão em ocupações com alta ou média-alta propensão à automação, afetando principalmente postos de baixa remuneração e baixa escolaridade. De acordo com Kubota, Ruen e Maciente (2019), o país caminha em uma lenta transição para empregos com menor percentual de tarefas automatizáveis. Tratando das evidências de polarização no Brasil, Rocha e Vaz (2021) mostraram que as tecnologias adotadas na indústria brasileira substituem trabalhadores pouco qualificados em tarefas rotineiras, mas favorecem aqueles com maior qualificação em tarefas

abstratas e não rotineiras, revelando uma dinâmica semelhante à observada em países como EUA e Reino Unido.

Tendo essas evidências em vista, este estudo visa contribuir para a literatura analisando o mercado de trabalho brasileiro no contexto dos empregos no setor de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), avaliando como esse setor exerce influência na dinâmica dos empregos em diferentes níveis de escolaridade. Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar o efeito dos empregos no setor de TIC sobre os empregos em diferentes estratos de escolaridade (alta, média e baixa) no mercado de trabalho do Brasil. Para isso, foi proposto um modelo de efeitos fixos para estimar a relação entre os empregos no setor de TIC e os empregos em diferentes faixas de escolaridade, no período de 2007 a 2019, a nível municipal, tendo a Relação Anual das Informações Sociais (RAIS) como principal fonte de dados. Esse modelo tem como base a hipótese da polarização do emprego levantada por Michaels, Natraj e Van Reenen (2014).

Os principais resultados encontrados neste trabalho indicam que o setor de TIC tem uma relação positiva e significativa com os empregos de média e alta escolaridade no Brasil. O setor de TIC teria contribuído para a criação de empregos que requerem um nível médio de qualificação durante o período analisado, além de ter favorecido o crescimento de empregos de alta qualificação. Contudo, o setor TIC não mostrou efeito significativo nos empregos de baixa escolaridade, sugerindo que a automação dessas tarefas ainda pode estar em estágio inicial. Focando apenas no setor privado, os resultados mostram uma influência mais expressiva do setor de TIC nos empregos de média e alta escolaridade, destacando a força do setor na geração de empregos mais qualificados no setor privado.

Sendo assim, este trabalho está dividido em seis capítulos, contando com esta introdução. O capítulo dois apresenta uma análise descritiva do mercado de trabalho no setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) no Brasil durante o período de 2007 a 2019. O capítulo três analisa a evolução do setor TIC e sua relação com o mercado de trabalho e apresenta a literatura sobre o tema e as evidências encontradas nos estudos. O capítulo quatro traz a metodologia e as bases de dados utilizadas, enquanto o capítulo cinco explana os resultados encontrados pelas estimações. Por fim, o capítulo seis conclui com as considerações finais do trabalho.

## **2 CARACTERÍSTICAS DO MERCADO DE TRABALHO DE TICs NO BRASIL: 2007 A 2019**

Considerando que o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) é o grande protagonista das inovações tecnológicas que possibilitam o desenvolvimento da Indústria 4.0, é de extrema importância levar em conta sua relevância no Brasil.

O setor de TIC no Brasil ainda é bastante embrionário e, de acordo com Barboza, Lima e Madeira (2017), esse estado se deve às grandes deficiências enfrentadas na infraestrutura de comunicações, aos altos custos de importação de máquinas e equipamentos, em especial para as tecnologias mais atuais, e a uma economia com um baixo grau de inovação.

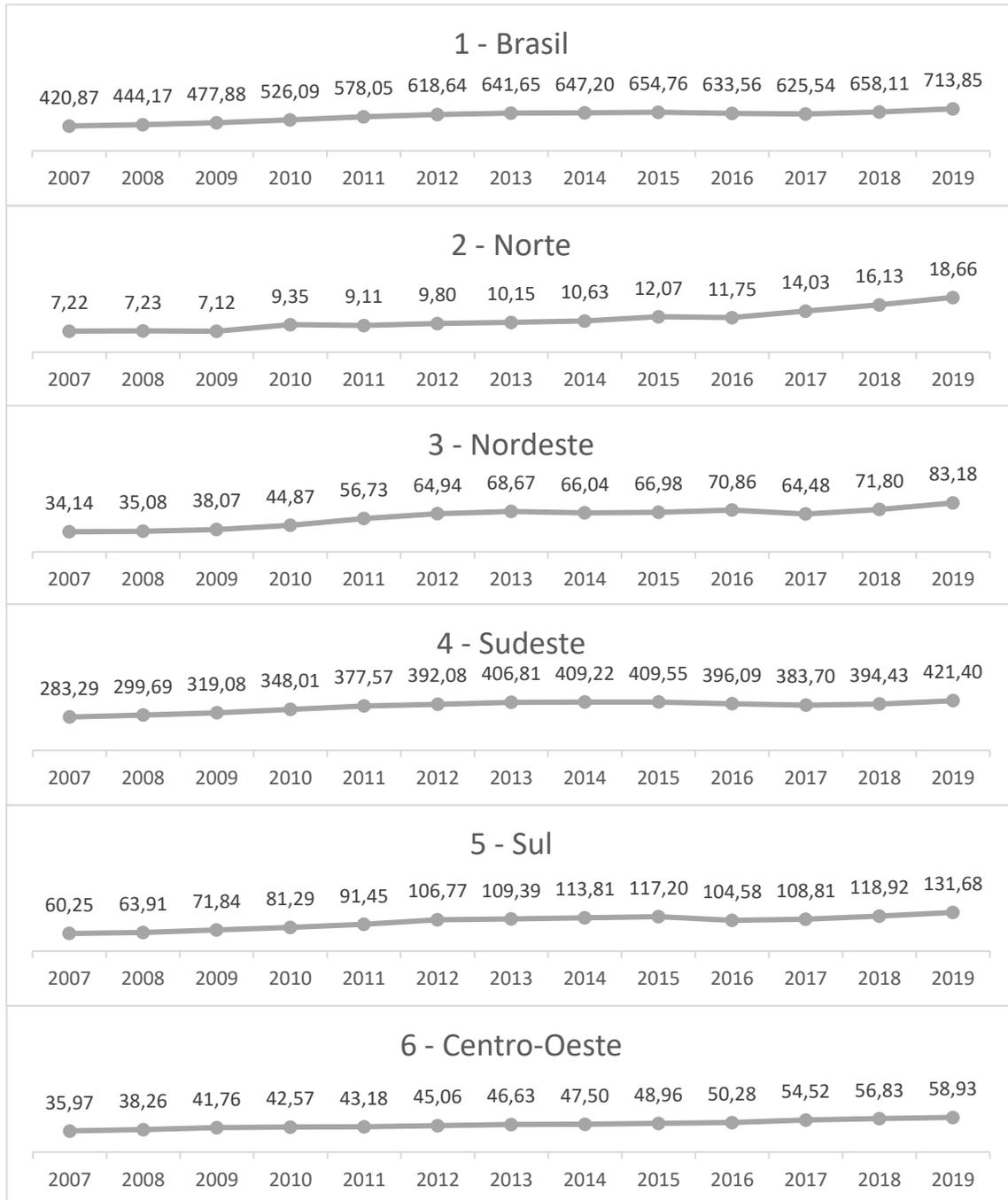
Segundo relatório da Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES, 2022), que analisou informações da *International Data Corporation* (IDC), o Brasil apresentou, em 2021, 1,65% dos investimentos globais em tecnologia e 40% dos investimentos em toda a América Latina. Em 2021, o total de investimentos globais em tecnologia da informação (TI), incluindo *software*, *hardware* e serviços, atingiu US\$ 2,79 trilhões, colocando o Brasil em décimo lugar no *ranking* mundial de investimentos com US\$ 45,7 bilhões. Além disso, o país lidera na América Latina, com um total de investimentos de US\$ 115 bilhões. Além disso, a produção mundial de TI apresentou um crescimento de 11,0% em 2021, enquanto no Brasil o crescimento foi de 17,4%, atingindo um investimento de R\$ 238,2 bilhões (US\$ 46,2 bilhões), considerando os mercados de *software*, serviços, *hardware* e exportações do segmento. Com esses números, o Brasil se posiciona como o décimo maior mercado de TI no mundo.

Segundo Rocha e Vaz (2020), o Brasil se coloca como um dos principais destinos dos investimentos estrangeiros, facilitando a transmissão de novas tecnologias e conhecimento. Destaca-se, assim, um potencial do país de avançar nessa área, sendo esta incorporação de novas tecnologias uma estratégia fundamental para o desenvolvimento da indústria a médio e longo prazos. Mas, para isso, seria necessário agilidade e rapidez para essa incorporação, evitando que o Brasil amplie ainda mais o atraso em relação às demais economias do mundo. Mesmo nessa situação, e o Brasil ainda tendo uma indústria 4.0 embrionária, já existe uma certa difusão tecnológica.

Partindo para a análise dos dados da RAIS, a Figura 1 apresenta a evolução do total de empregos no setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) no período de 2007 a 2019, tanto

para o Brasil quanto para as regiões separadamente, e revela um notável crescimento ao longo desse intervalo de tempo.

Figura 1 - Total de empregos no setor de TIC entre 2007 e 2019 (Em Milhares)



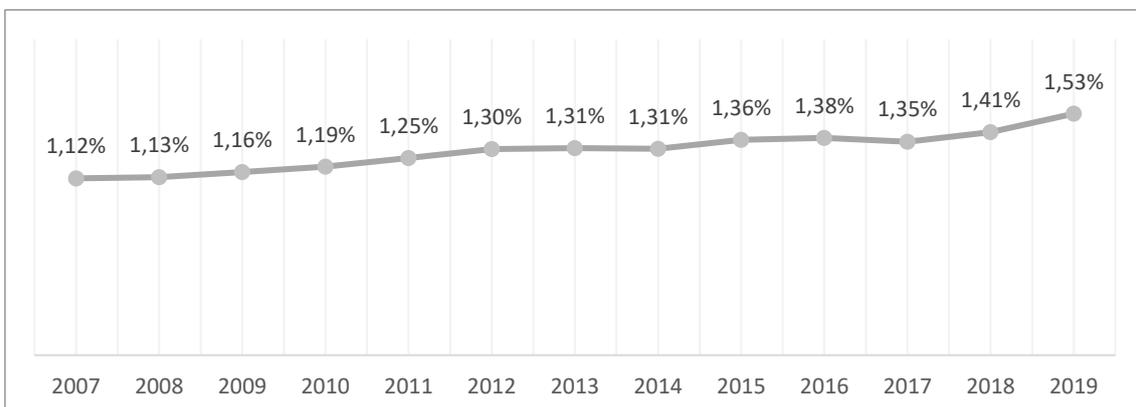
Fonte: Elaboração própria com base na RAIS (2023)

Para o Brasil, em 2007 o setor de TICs registrava aproximadamente 421 mil empregos, enquanto em 2019, esse número havia aumentado substancialmente para cerca de 714 mil vagas, como pode ser visto na Figura 1.

No contexto do setor de TIC, as regiões brasileiras apresentaram diferentes dinâmicas no número de empregos ao longo do período analisado. Observando a Figura 1, a região Norte iniciou a série, em 2007, com 7,22 mil de empregos e, ao longo do período analisado, apresentou um crescimento significativo, encerrando em 2019 com 18,66 mil empregos. A variação percentual nesse período foi de aproximadamente 159%, maior percentual de crescimento entre as regiões. Seguindo para a região Nordeste, esta iniciou a série com 34,14 mil empregos no setor e encerrou com 83,18 mil empregos em 2019, representando um aumento percentual notável de aproximadamente 143%.

Já a região Sudeste, que detém um peso significativo na economia do país, iniciou a série com 283,29 mil empregos em 2007 e finalizou com 421,40 mil empregos em 2019. Apesar de um crescimento menos expressivo em termos percentuais (aproximadamente 49%), a região continua a ser a maior colaboradora para o total de empregos em TIC no país, correspondente à cerca de 67% do total de empregos no setor em 2007 e caindo para cerca de 59% em 2019. A região Sul também apresentou crescimento no setor. Começando com 60,25 mil empregos em 2007, a série encerrou com 131,68 mil empregos em 2019, representando uma variação percentual de cerca de 118%. A região Centro-Oeste, por sua vez, iniciou a série com 35,97 mil empregos e terminou com 58,93 mil posições. Essa região também demonstrou crescimento, com uma variação percentual de aproximadamente 64%.

Figura 2 - Proporção dos empregos em TIC em relação ao total de empregos no Brasil



Fonte: Elaboração própria com base na RAIS (2023)

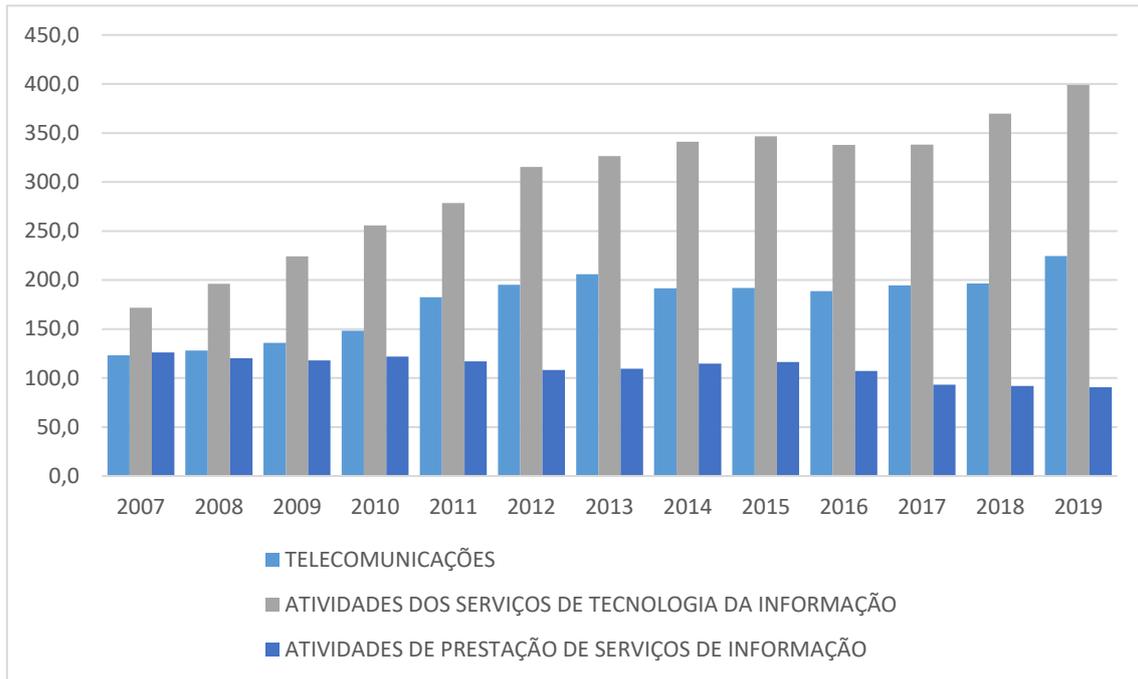
Analisando as proporções do setor de TIC em relação ao total de empregos no país, na Figura 2, observa-se que os números não são particularmente expressivos. No início da série, em 2007, o setor de TIC representava aproximadamente 1,12% do total de empregos no Brasil. Ao longo

dos anos, houve uma leve tendência de crescimento, culminando em uma representatividade de 1,53% em 2019.

O setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) foi subdividido em três subsetores específicos para a análise desta pesquisa. Essa divisão se baseia na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0) e abrange os seguintes subsetores: i) Telecomunicações, identificado com o código 61 na CNAE 2.0; ii) Atividades dos Serviços de Tecnologia da Informação, representado pelo código 62; e iii) Atividades de Prestação de Serviços de Informação, associado ao código 63. A análise desses subsetores permitirá uma compreensão mais abrangente das dinâmicas do mercado de trabalho e do setor de TIC como um todo, identificando padrões e tendências específicas em cada segmento.

Como visto na Figura 3, o subsetor de Telecomunicações iniciou a série em 2007 com 123,2 mil empregos e encerrou em 2019 com 224,3 mil empregos, representando um crescimento de aproximadamente 82%. Sua participação no total de empregos em TIC aumentou de cerca de 29% para aproximadamente 31% ao longo desse período. Em contraste, o subsetor de Atividades dos Serviços de Tecnologia da Informação iniciou com 171,6 mil empregos em 2007 e terminou com 399,1 mil em 2019, refletindo um crescimento substancial de cerca de 133%. Sua participação no mercado de TIC também aumentou, passando de cerca de 41% para aproximadamente 56%. Por outro lado, o subsetor de Atividades de Prestação de Serviços de Informação começou com 126,1 mil empregos em 2007, mas encerrou em 2019 com 90,4 mil empregos, resultando em uma variação percentual negativa de aproximadamente -28%. Sua participação no mercado de TIC diminuiu de cerca de 30% para aproximadamente 13%.

Figura 3 - Empregos por subsetor do setor de TIC (Em Milhares)



Fonte: Elaboração própria com base na RAIS (2023)

É importante também observar as características dos trabalhadores do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). Na Tabela 1, observa-se a quantidade de empregos no setor por faixa de remuneração em salários-mínimos para os anos de 2007 e 2019. Em 2007, a faixa mais numerosa estava na categoria de 1,01 a 1,50 salários-mínimos, com aproximadamente 81,81 mil vagas. Essa tendência manteve-se consistente em 2019, mas com um notável aumento na quantidade de vagas, que alcançou 124,72 mil.

Tabela 1 - Quantidade (em milhares) e proporção de empregos (%) em TIC por faixa de remuneração em salários-mínimos

Faixa	Ano			
	2007		2019	
<b>Até 0,50</b>	0,86	0,21%	2,43	0,35%
<b>0,51 a 1,00</b>	9,66	2,31%	17,22	2,49%
<b>1,01 a 1,50</b>	81,81	19,60%	124,72	18,06%
<b>1,51 a 2,00</b>	57,14	13,69%	109,42	15,84%
<b>2,01 a 3,00</b>	66,56	15,94%	120,43	17,44%
<b>3,01 a 4,00</b>	38,18	9,14%	70,46	10,20%
<b>4,01 a 5,00</b>	26,15	6,26%	47,87	6,93%
<b>5,01 a 7,00</b>	36,22	8,68%	65,84	9,53%
<b>7,01 a 10,00</b>	35,18	8,43%	58,03	8,40%
<b>10,01 a 15,00</b>	30,93	7,41%	42,65	6,18%
<b>15,01 a 20,00</b>	15,94	3,82%	15,58	2,26%
<b>Mais de 20,00</b>	18,84	4,51%	16,04	2,32%

Fonte: Elaboração própria com base na RAIS (2023)

Na Tabela 2 se encontram os empregos no setor por sexo, para os mesmos anos. Em 2007, as mulheres ocupavam 166,41 mil vagas no setor, enquanto os homens detinham 254,46mil vagas. Em 2019, ambos os sexos experimentaram crescimento no número de empregos, mas os homens tiveram um aumento significativamente mais expressivo, de cerca de 83%, enquanto as mulheres apresentaram um crescimento de 48%.

Tabela 2 - Quantidade (Em Milhares) e proporção (%) de empregos em TIC por sexo

Sexo	Ano			
	2007		2019	
Feminino	166,41	39,54%	246,66	34,55%
Masculino	254,46	60,46%	467,19	65,45%

Fonte: Elaboração própria com base na RAIS (2023).

Seguindo para o quesito escolaridade, é possível observar diferentes tendências ao longo do período analisado. O estudo segmentou os trabalhadores em três categorias de acordo com seu nível de escolaridade: a categoria "Baixa", que abrange indivíduos desde analfabetos até aqueles com ensino médio incompleto; a categoria "Média", abarcando trabalhadores com ensino médio completo e aqueles com ensino superior incompleto; e a categoria "Alta", se referindo aos profissionais com ensino superior completo.

De acordo com a Tabela 3, em 2007, os trabalhadores com baixa escolaridade ocupavam 60,95 mil vagas no setor de TIC. Entretanto, em 2019, houve uma queda significativa, resultando em 30,45 mil vagas, o que representa uma diminuição de aproximadamente 30 mil vagas nessa categoria. No caso da escolaridade média, houve um aumento notável, com cerca de 120 mil vagas adicionais entre os anos analisados. Isso representa um crescimento de aproximadamente 52% em relação aos empregos em 2007. Já as vagas de alta escolaridade apresentaram o crescimento mais expressivo, passando de 136,89 mil posições em 2007 para 343,30 mil em 2019. Esse crescimento representou uma variação percentual de aproximadamente 151%, demonstrando um notável aumento na demanda por trabalhadores altamente qualificados no setor de TIC ao longo desse período.

Para os empregos de baixa escolaridade nos demais setores (não TIC), as quantidades chegam a 16,2 milhões de vagas em 2007, caindo para 10,8 milhões em 2019, uma diminuição de aproximadamente 33%. Para os empregos de média escolaridade nos demais setores da economia brasileira, foram 15,2 milhões de vagas em 2007, apresentando um aumento de cerca

de 63%. Já os empregos de alta escolaridade apresentaram um crescimento muito significativo, chegando a cerca de 81%, com 5,7 milhões de vagas em 2007 e 10,3 milhões em 2019. No entanto, o crescimento observado para o setor de TICs no mesmo período foi quase o dobro para a mesma categoria.

Tabela 3 - Quantidade (em milhares) e proporção (%) de empregos em TIC e demais setores por escolaridade

Escolaridade	TIC				Demais Setores			
	2007		2019		2007		2019	
Baixa	60,95	14,48%	30,45	4,27%	16282,62	43,79%	10808,05	23,49%
Média	223,03	52,99%	340,10	47,64%	15208,28	40,90%	24843,43	54,00%
Alta	136,89	32,52%	343,30	48,09%	5695,66	15,32%	10351,17	22,50%

Fonte: Elaboração própria com base na RAIS (2023)

No que diz respeito à análise das faixas etárias, representada na Tabela 4, em 2007, a distribuição de vagas no setor de TIC era predominantemente observada nas faixas etárias de 18 a 24 anos, 25 a 29 anos e 30 a 39 anos, com destaque para a última faixa mencionada. No entanto, em 2019, os padrões gerais permaneceram semelhantes, mas houve uma notável tendência ao envelhecimento da força de trabalho, com uma concentração maior de vagas agora também na faixa-etária dos 40 a 49 anos.

Tabela 4 - Quantidade (em milhares) e proporção (%) de empregos em TIC por faixa etária

Faixa Etária	Ano			
	2007		2019	
10 A 14	0,02	0,01%	0,02	0,00%
15 A 17	2,49	0,59%	2,29	0,32%
18 A 24	96,28	22,88%	125,22	17,54%
25 A 29	103,98	24,71%	156,72	21,95%
30 A 39	119,06	28,29%	258,60	36,23%
40 A 49	66,81	15,87%	112,70	15,79%
50 A 64	31,29	7,43%	53,89	7,55%
65 OU MAIS	0,95	0,23%	4,41	0,62%

Fonte: Elaboração própria com base na RAIS (2023)

Na Tabela 5, observa-se os empregos por Faixa de Horas trabalhadas no setor de TIC. Nota-se que a maioria dos trabalhadores do setor se concentra nas faixas de horas de 31 a 40 horas e 41 a 44 horas. Entre os dois pontos analisados, nota-se que a faixa de 31 a 40 horas apresentou um aumento mais significativo, chegando cerca de 152% de crescimento. Enquanto isso, a faixa de 41 a 44 horas também apresentou um aumento, porém bem mais tímido, cerca de 17%.

Tabela 5 – Quantidade (em milhares) e proporção (%) de empregos em TIC por faixa de horas trabalhadas

Faixa de Horas	Ano			
	2007		2019	
Até 12 horas	1,10	0,26%	7,33	1,06%
13 a 15 horas	0,16	0,04%	0,20	0,03%
16 a 20 horas	1,75	0,42%	4,09	0,59%
21 a 30 horas	9,90	2,35%	14,51	2,10%
31 a 40 horas	140,06	33,28%	353,30	51,07%
41 a 44 horas	267,91	63,66%	312,37	45,15%

Fonte: Elaboração própria com base na RAIS (2023).

Prosseguindo para a análise dos estabelecimentos no setor de TIC, a Tabela 6 apresenta uma segmentação dos estabelecimentos de acordo com o porte, considerando a quantidade de empregados. No ano de 2007, as empresas de pequeno porte, aquelas cujo número de empregados está entre 0 e 99, representavam aproximadamente 26 mil estabelecimentos no setor de TIC. Ao longo do período de análise, essas empresas apresentaram um notável crescimento de 53% até o ano de 2019. Os estabelecimentos de médio porte (entre 100 e 499 empregos) também experimentaram um aumento expressivo, dobrando em quantidade, apresentando uma variação de 114%. Os estabelecimentos de grande porte, com 500 ou mais empregados, também registraram um crescimento, apesar de bem mais tímido, passando de 129 estabelecimentos em 2007 para 172 em 2019, representando uma variação de 33%.

Tabela 6 – Quantidade e proporção (%) de estabelecimentos por porte no setor de TIC

Tamanho Estabelecimento	Ano			
	2007		2019	
Pequeno Porte	26024	97,93%	39899	97,39%
Médio Porte	420	1,58%	899	2,19%
Grande Porte	129	0,49%	172	0,42%

Fonte: Elaboração própria com base na RAIS (2023)

Na Tabela 7, observa-se as quantidades de estabelecimentos por subsetor do setor de TIC nos anos de 2007 e 2019. Nota-se que, tanto os setores de Telecomunicações quanto o das Atividades dos Serviços de Tecnologia da Informação apresentaram crescimento significativo no período, com variações percentuais de aproximadamente 289% e 99%, respectivamente. No sentido contrário desse movimento, o subsetor de Atividades de Prestação de Serviços de Informação teve uma redução acentuada, diminuindo de 13.406 estabelecimentos em 2007 para 8.034 em 2019, o que representa uma queda de aproximadamente -40%.

Tabela 7 – Quantidade e proporção (%) de estabelecimentos por subsetor do setor de TIC

Subsetor	Ano			
	2007		2019	
Telecomunicações	3528	13,28%	13728	33,51%
Atividades dos Serviços de Tecnologia da Informação	9639	36,27%	19208	46,88%
Atividades de Prestação de Serviços de Informação	13406	50,45%	8034	19,61%

Fonte: Elaboração própria com base na RAIS, 2023.

Complementando, é importante também citar o Plano Nacional de Banda Larga (PNBL). Esta é uma política pública implementada pelo governo brasileiro com o objetivo de promover o acesso à internet de banda larga em todo o país, especialmente em áreas com carência de infraestrutura de telecomunicações. O PNBL foi instituído por meio do Decreto 7.175/2010 e é gerido pelo Ministério das Comunicações (Agência Senado, 2014).

Segundo a Agência Senado (2014), as principais metas do PNBL incluem a massificação da oferta de serviços de banda larga, o crescimento da capacidade da infraestrutura de telecomunicações e a redução das desigualdades socioeconômicas e regionais no acesso à tecnologia. Para alcançar essas metas, o programa estabeleceu a colaboração entre os setores público e privado, onde a iniciativa privada é responsável pelos principais investimentos em infraestrutura e pela prestação dos serviços de acesso à banda larga, em regime de competição.

Essa política seria uma forma de reconhecer a importância da conectividade para o desenvolvimento econômico e social do país, já que banda larga é essencial para o acesso a serviços virtuais mais avançados, como videoconferências, streaming de conteúdo e redes privadas. Além disso, segundo Agência Senado (2014), o programa busca alinhar o Brasil com objetivos internacionais, como os Objetivos do Milênio, estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) para melhorar as condições de vida das populações por meio do desenvolvimento social e econômico. A ampliação da infraestrutura de telecomunicação e do acesso às tecnologias de informação pode contribuir para ampliar a demanda por empregos no setor de TIC.

Em resumo, de acordo com Barboza, Lima e Madeira (2017), apesar de ser essencial para as inovações tecnológicas da Indústria 4.0, o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) no Brasil ainda está em estágio inicial devido a deficiências na infraestrutura, altos custos de importação e baixo grau de inovação na economia. Mesmo assim, em 2021, o Brasil foi o décimo maior mercado de TI do mundo, com US\$ 45,7 bilhões em investimentos,

representando 1,65% dos investimentos globais e liderando a América Latina com 40% dos investimentos regionais, segundo o relatório da ABES (2022). De 2007 a 2019, os empregos no setor de TIC cresceram de 421 mil para 714 mil, com destaque para as regiões Norte (159%) e Nordeste (143%). Também houve uma redução de 30 mil vagas para trabalhadores com baixa escolaridade, enquanto os empregos de escolaridade média aumentaram 52% e os de alta escolaridade cresceram 151%, chegando a 343,3 mil posições. Tendências semelhantes ocorreram em outros setores, embora o crescimento de empregos de alta escolaridade no setor de TIC tenha sido quase o dobro. Além disso, pequenas e médias empresas de TIC expandiram consideravelmente, especialmente os subsetores de Telecomunicações e Serviços de TI, enquanto Serviços de Informação diminuíram sua participação.

### **3 DEMANDA POR TRABALHO NO SETOR DE TICs E POLARIZAÇÃO DO EMPREGO: TEORIA E EVIDÊNCIAS**

O setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) tem sido objeto de crescente interesse devido ao seu papel fundamental na economia moderna. A rápida evolução tecnológica nesse setor não apenas transformou as dinâmicas de produção e inovação, mas também impactou significativamente o mercado de trabalho. Este cenário de transformação tecnológica trouxe consigo o fenômeno da polarização do emprego. Neste capítulo será explorada a literatura referente a esses avanços tecnológicos no setor das TICs e a polarização do emprego, examinando as evidências que sustentam essa interação.

#### **3.1 A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E AS MUDANÇAS NA DEMANDA POR TRABALHO**

As revoluções nos modos de desempenhar o trabalho ocorrem ao longo da história econômica. A introdução de novas tecnologias e suas consequências para o mundo do trabalho sempre estiveram presentes no processo de desenvolvimento. Esses movimentos podem ser observados desde a Revolução Agrícola, que combinou a domesticação dos animais e novas tecnologias de plantio, possibilitando a expansão da produção, dos transportes, das comunicações e o início da urbanização (Maciente; Rauen; Kubota, 2019).

Muito tempo depois, e há apenas três séculos, surgiu na Inglaterra o que hoje chamamos de Primeira Revolução Industrial. Esse período foi marcado por grandes avanços nas tecnologias de produção, em especial a invenção da máquina a vapor, o que permitiu a expansão da metalurgia, da produção têxtil, dos transportes e uma forte reestruturação de como as pessoas realizavam seus trabalhos. Em seguida, cerca de um século a frente, veio a Segunda Revolução Industrial, essa baseada na energia elétrica e no desenvolvimento das linhas de produção, permitindo a produção em massa. Logo após, já nos anos 1960, surgiu a Terceira Revolução Industrial, também chamada de Revolução Digital, marcada pelo desenvolvimento do computador e o início da difusão da *internet*, reduzindo de forma considerável a demanda por trabalhos rotineiros, como as tarefas de escritório e de chão de fábrica (Maciente; Rauen; Kubota, 2019).

Após três séculos de grandes inovações tecnológicas, a humanidade chegou à sua quarta das revoluções industriais, a chamada Indústria 4.0. A era das automações e de um sistema cada vez mais digital, caracterizada pela integração das tecnologias de informação e comunicação

(TICs) com os avanços tecnológicos na inteligência artificial, nanotecnologia e biologia. Esta revolução se mostra diferente das anteriores porque a fusão dessas tecnologias tem o potencial de transformar profundamente as atividades humanas em termos de velocidade e escopo (Maciente; Rauen; Kubota, 2019).

Considerando as características da quarta revolução, ainda em pleno andamento, é de deduzir que o perfil dos trabalhadores demandados seria diretamente afetado. Frey e Osborn (2017) argumentam que essas revoluções tornaram gradualmente obsoletas as habilidades dos trabalhadores de baixa qualificação, substituindo-os por máquinas e sistemas automatizados. A introdução da quarta revolução industrial, baseada em tecnologias digitais, tem o potencial de tornar obsoletas não só as habilidades dos trabalhadores de baixa qualificação, mas também as habilidades altamente especializadas e não-rotineiras.

Em resumo, as revoluções industriais têm impulsionado uma constante transformação no perfil de habilidades demandadas dos trabalhadores. A Indústria 4.0, em especial, apresenta desafios singulares, com a automação e a digitalização afetando tanto as habilidades de baixa qualificação quanto as habilidades altamente especializadas.

Tendo isso em mente, se torna de extrema importância para os países acompanhar esse movimento de mudança no perfil de habilidades dos trabalhadores e nos processos de produção. Porém, no caso brasileiro, segundo Rocha e Vaz (2020), a força de trabalho do país tem limitações em aspectos cruciais para o desenvolvimento de uma indústria 4.0, como em conhecimentos digitais, engenharia e pensamento crítico, além de outras áreas. Essa falta de aptidão, ainda segundo as autoras, poderia ocasionar danos para a economia brasileira, a qual não seria capaz de atenuar os problemas de desemprego e desigualdade social.

Segundo Michaels, Natraj e Reenen (2014), os países que apresentaram maior crescimento no uso das TICs obtiveram uma maior demanda de trabalhadores com maiores níveis de educação, em substituição de trabalhadores com níveis médios de educação. Segundo Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt (2002), firmas que adotam um conjunto de inovações gerenciais juntamente com as TICs tendem a demandar profissionais mais qualificados. Esses autores apontam para a grande importância da qualificação dos trabalhadores em uma economia com protagonismo do setor de TIC.

Sousa e Nascimento (2012) ressaltam que o setor de TIC enfrenta mudanças tecnológicas rápidas, frequentes e intensas, o que demanda investimentos consideráveis em pesquisa e

desenvolvimento. Como uma economia baseada em informação, o progresso técnico desse setor depende grandemente da geração de novos conhecimentos, que são amplamente derivados da experiência dos profissionais envolvidos. Portanto, existe uma clara conexão entre o investimento em atividades de inovação e a demanda por profissionais qualificados em áreas técnico-científicas, profissionais altamente qualificados.

De acordo com Kubota, Ruen e Maciente (2019), houve um crescimento de 19,3% nos anos de estudos dos trabalhadores formais brasileiros, entre os anos de 2003 e 2017. Isso pode indicar que o país avançou, em termos de capacidade, para essas novas tecnologias. Entretanto, a qualidade das ocupações no país cresceu em níveis bem abaixo no mesmo período, não acompanhando o mesmo movimento, tendo a escolaridade média mínima crescido apenas em 3,5%, enquanto o nível médio de habilidades cognitivas exigidas cresceu apenas 4,1% no período.

Esses dados podem apontar para uma maior capacitação do trabalhador e uma possível aptidão para acompanhar os movimentos de maior uso das TICs, porém uma baixa exigência dessas habilidades por parte dos empregadores pode indicar que o Brasil ainda não entrou na onda das inovações produtivas que exigiriam tais capacidades.

De acordo com Sousa e Nascimento (2012), o setor de serviços de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) brasileiro apresenta uma estrutura de emprego distinta em relação à média da economia brasileira. O setor tem médias salariais elevadas, maior presença de jovens e alto nível de escolaridade, além de uma concentração maior em ocupações técnico-científicas. Como este setor assume um papel fundamental na nova revolução tecnológica, então é importante entender como a demanda pelo setor de TIC se relaciona com a demanda de trabalhadores qualificados em outros setores.

### 3.2 PROCESSOS DE AUTOMAÇÃO E POLARIZAÇÃO NO MERCADO DE TRABALHO

A polarização do emprego é um fenômeno que tem se tornado relevante no entendimento das mudanças do perfil de trabalhadores demandados. Trata-se da tendência de crescimento da oferta de empregos nos pontos extremos da escala de remuneração, ao mesmo tempo em que se diminui a oferta na parte intermediária dessa escala. Esse processo de polarização pode ter impactos importantes na distribuição de renda e na desigualdade social, já que pode levar à ampliação da diferença salarial entre grupos distintos de trabalhadores.

Essa discussão vem do recorrente questionamento de se o progresso tecnológico levaria ao desemprego e à desigualdade salarial. De acordo com Cahuc, Carcillo e Zylberberg (2014), existe uma grande disputa em torno da questão, já que a inovação tecnológica pode substituir seres humanos por equipamentos autômatos em certas tarefas, o que tem um potencial destrutivo para alguns tipos de empregos. Apesar disso, ao mesmo tempo, é preciso considerar as realocações de postos de trabalho e mão de obra, tendo em vista que a destruição de empregos pode ser compensada pela criação de novas alocações. Segundo os autores, cerca de 10% dos postos de trabalho são destruídos a cada ano nos países ricos, mas este fenômeno seria compensado pela criação de novos empregos, além de não se observar um aumento sistemático do desemprego a longo prazo.

Os autores ainda ressaltam que, para a avaliação do impacto do progresso tecnológico no emprego, seria necessário levar em consideração as interações entre o progresso tecnológico, a destruição das ocupações e a criação de novos postos de trabalho. Segundo os autores, as conclusões fundamentadas em exemplos isolados negligenciam o fato de que o progresso tecnológico desencadeia o processo de destruição criativa, que tem um impacto ambíguo no desemprego, ao mesmo tempo gerando novos postos e destruindo outros.

Além disso, também são discutidos os efeitos do progresso tecnológico nas desigualdades salariais entre trabalhadores com diferentes níveis de qualificação. A mudança na demanda por trabalhadores qualificados é uma grande característica de uma economia protagonizada pelo desenvolvimento tecnológico. Esse progresso não afeta todos os trabalhadores da mesma forma, mas pode aumentar a produtividade de alguns enquanto torna obsoletas as habilidades de outros. Segundo os autores, desde o início dos anos 1890, o progresso tecnológico também contribuiu para aumentar a desigualdade entre trabalhadores qualificados e não qualificados nos países industrializados. Além disso, a tecnologia da informação assumiu empregos antes ocupados por trabalhadores com habilidades intermediárias que realizavam tarefas rotineiras, o que levou a uma redução na proporção de empregos desse tipo e a uma queda na remuneração dos trabalhadores que neles atuavam (Cahuc; Carcillo; Zylberberg, 2014).

Corroborando com isso, Acemoglu e Autor (2011) mostraram que, durante a década de 1980, houve uma relação crescente e uniforme entre o crescimento do emprego e o nível de habilidade das ocupações nos Estados Unidos. No entanto, durante os anos 90, começou a surgir esse fenômeno da polarização do emprego, no qual a parcela de empregos com baixo nível de

habilidade começou a aumentar em relação à de nível intermediário. Nos anos 2000, essa tendência continuou, com um aumento ainda maior dos empregos de baixo nível de habilidade.

Cahuc, Carcillo e Zylberberg (2014) também discutem a relação entre a adoção de novas tecnologias, a estrutura ocupacional e os salários. Algumas pesquisas realizadas para os Estados Unidos mostram que a introdução de novas tecnologias está acompanhada de mudanças na estrutura de emprego, em detrimento da mão de obra não qualificada. Um desses estudos é o artigo de Autor e Dorn (2013), que tem como objetivo analisar as mudanças no mercado de trabalho dos Estados Unidos e identificar se houve polarização do emprego ao longo do tempo.

Os resultados do estudo confirmam que houve uma polarização no mercado de trabalho americano no decorrer dos anos, com um aumento na proporção de empregos com baixa habilidade, em contraste com a diminuição na proporção de empregos com habilidade intermediária, convergindo com o trabalho de Acemoglu e Autor (2011). Essa tendência se tornou mais pronunciada durante a recessão de 2008-2009. O artigo também indica que a polarização ocorreu principalmente no setor de serviços, com o crescimento de empregos em serviços de baixa habilidade, como restaurantes e lojas de varejo, e a diminuição de empregos em serviços de habilidade intermediária, como a indústria manufatureira.

Assim, é sugerido que a polarização do emprego pode ser explicada por fatores como a automação de tarefas rotineiras, a globalização e a mudança na estrutura produtiva da economia dos EUA, segundo os autores. Eles destacam que essa tendência tem importantes implicações para a desigualdade salarial e para as políticas públicas que visam melhorar as condições de trabalho e emprego nos Estados Unidos (Autor; Dorn, 2013).

Estudos mais aprofundados, aplicados a dados de diversos outros países, evidenciam que o uso intensivo de computadores aumenta a desigualdade das remunerações e que a preferência por funcionários mais produtivos para utilizar novos equipamentos é responsável por grande parte do bônus salarial. Há evidências, ainda, sobre a relação entre a informatização das empresas e o aumento da polarização do emprego e dos salários. O declínio dos preços das tecnologias computacionais contribuiria para essa polarização, auxiliando na diminuição da parcela de trabalhos com níveis intermediários de habilidades e aumentando a parcela de trabalhos não-rotineiros e de alto nível de habilidade. Os resultados também mostram que os trabalhadores com pouca qualificação estão se realocando para ocupações de serviços, que são difíceis de serem automatizadas (Cahuc; Carcillo; Zylberberg, 2014).

Voltando-se especificamente para as TICs, Michaels, Natraj e Van Reenen (2014) se propuseram a investigar se essas tecnologias tiveram influência na polarização dos mercados de trabalho do Japão, Estados Unidos e mais nove países da Europa ao longo de um período de 25 anos (1980-2004). Os autores apontam que a polarização ocorreu à medida que o uso da tecnologia aumentou a demanda por trabalhadores mais qualificados e por trabalhadores na menor faixa de qualificação, enquanto os trabalhadores na faixa intermediária viram sua demanda sendo reduzida. Além disso, argumentam que a polarização é um resultado direto do efeito combinado da automação e da globalização, e que o fenômeno pode ter consequências significativas para a desigualdade de renda e para a mobilidade social.

Corroborando com a literatura já citada, segundo Adamczyk, Monasterio e Fochezatto (2021) as tecnologias de automação e inteligência artificial se tornaram as grandes figuras por trás das modificações que ocorrem nos processos produtivos e no mercado de trabalho mundial. De acordo com os autores, essas transformações resultantes dos avanços tecnológicos possibilitarão aumentos significativos na produtividade e uma redução dos custos. Porém essas melhorias viriam no longo prazo, mas para o curto prazo o impacto dos avanços das automações pode ser o desemprego.

Seguindo nessa linha, Kubota, Ruen e Maciente (2019) discorrem que o avanço das novas tecnologias digitais, como a inteligência artificial, a computação em nuvem e a internet das coisas, tem o potencial de transformar intensamente a produção, distribuição e comercialização de produtos e serviços. No entanto, essas tecnologias também têm um impacto significativo no mercado de trabalho, o que é particularmente relevante para países como o Brasil, que enfrentou uma retração do nível de emprego a partir de 2014.

Albuquerque e outros (2019) também abordam essa problemática da automação. O objetivo dos autores foi aplicar a metodologia utilizada por Frey e Osborn (2017) para estimar as probabilidades de automação das ocupações no Brasil. De acordo com esses autores, convergindo com os demais trabalhos, uma parcela considerável das profissões pode ser automatizada nos próximos anos, mas essas profissões possuem uma tendência de crescimento ao longo do tempo, o que também leva à possibilidade da elevação nos níveis de desemprego.

Os resultados encontrados por Adamczyk, Monasterio e Fochezatto (2021), que buscaram encontrar o efeito da automação no mercado de trabalho brasileiro, apontam que 11,3% dos trabalhadores estão alocados em ocupações com alta propensão à automação, enquanto 44,8%

estão em ocupações com alta e média-alta propensão. Segundo esses autores, a estimativa é de que nas próximas décadas a automação poderá afetar cerca de 1 milhão de postos de trabalho no setor de agropecuária, 6 milhões na indústria e 7 milhões no setor de serviços. Além disso, as ocupações com maior propensão à automação estão entre as que possuem uma remuneração mais baixa e exigem menores níveis de escolaridade. Também de acordo com Albuquerque e outros (2019), trabalhadores com pouca qualificação alocados em trabalhos rotineiros possuem mais propensão a serem substituídos por processos automáticos, cuja mão de obra seria baseada principalmente em processos simples e com pouca utilização de pensamento abstrato.

A pesquisa de Kubota, Ruen e Maciente (2019) também procurou ordenar as ocupações com base no potencial de automação e classificar os empregos formais no Brasil em termos de risco de automação. A metodologia utilizada levou em conta não apenas o potencial de automação das tarefas, mas também sua frequência e relevância para o exercício da ocupação. Os resultados mostram que a maioria das tarefas é sujeita à automação a longo prazo, mas que ainda existem muitas ocupações com alto ou médio-alto percentual de tarefas automatizáveis no Brasil. No entanto, o estudo também aponta para uma lenta transição para empregos com menor percentual de tarefas automatizáveis no período entre 2003-2017. Entre as ocupações que apresentaram baixo crescimento do emprego no período, há um predomínio de ocupações cujo percentual de tarefas sujeitas à automação foi estimado como alto ou médio-alto. Inversamente, entre as ocupações que experimentaram alto crescimento, há uma participação relativamente elevada de ocupações com percentual baixo ou médio-baixo de tarefas automatizáveis.

No geral, cerca de 35% do emprego formal brasileiro em 2017 ainda era representado por ocupações com alto ou médio-alto percentual de tarefas automatizáveis e que apresentaram, simultaneamente, crescimento alto ou médio-alto do emprego no período. Isso significa que um aumento da difusão tecnológica nos próximos anos pode impactar negativamente não apenas ocupações que já vêm perdendo espaço no mercado de trabalho brasileiro por conta da incorporação passada de tecnologia, mas também ocupações que foram importantes para a geração de emprego nos últimos quinze anos (Maciente; Ruen; Kubota, 2019).

No que diz respeito aos setores mais vulneráveis à automação, a pesquisa de Kubota, Ruen e Maciente (2019) mostra que as atividades com empregos mais ameaçados se concentram na indústria têxtil e de vestuário, na indústria alimentícia, na agropecuária, na indústria madeireira, na fabricação de móveis e na metalurgia. Esses setores podem precisar adotar estratégias para

se adaptar à automação e preservar empregos, como investir em treinamento e capacitação de trabalhadores para ocupações que exigem habilidades específicas e que são menos suscetíveis à automação.

O estudo de Acemoglu e Autor (2011) teve como objetivo observar as relações entre as mudanças tecnológicas, nas tarefas dos trabalhos e nas habilidades dos trabalhadores, e a demanda por emprego e os salários. Os autores argumentam que a tecnologia afetaria a demanda por habilidades específicas e isso resultaria no aumento da demanda por trabalhadores altamente qualificados em detrimento dos trabalhadores menos qualificados. Não apenas isso, mas a tecnologia também afetaria os tipos de tarefas realizadas, com a automação das tarefas rotineiras e o aumento da demanda pelas funções de tarefas cognitivas e interativas. Com base nisso, Acemoglu e Autor (2011) propõem um modelo de mudança tecnológica que leva em consideração as habilidades dos trabalhadores e as tarefas realizadas no trabalho.

O modelo de tarefas, utilizado na maioria dos trabalhos relacionados, foi proposto primeiramente por Autor, Levy e Murnane (2003) e é amplamente utilizado nas pesquisas que visam explicar as mudanças no mercado de trabalho decorrentes dos avanços tecnológicos e especialmente da automação. Os autores propuseram esse modelo visando analisar o impacto da tecnologia sobre o mercado de trabalho dos Estados Unidos, focando na automação e polarização do emprego. O trabalho se baseou em uma análise das mudanças na estrutura ocupacional do país entre os anos de 1960 e 1998.

Esse modelo descreve três categorias de tarefas, que são elas: 1) tarefas manuais e repetitivas, que são as que envolvem a execução de tarefas físicas, simples e rotineiras; 2) tarefas cognitivas rotineiras, que envolvem atividades mentais e rotineiras; 3) e tarefas não-rotineiras, que envolvem atividades físicas e mentais não rotineiras, muito relacionadas a solução de problemas e interações pessoais (Autor; Levy; Murnane, 2003).

Quanto aos resultados apresentados pelos autores, verificou-se que as tarefas manuais rotineiras foram as mais afetadas pela automação e apresentaram maior queda no número de empregos, enquanto as tarefas não-rotineiras foram menos afetadas e apresentaram maior crescimento. Já as tarefas cognitivas rotineiras tiveram resultados intermediários, com queda em alguns setores e crescimento em outros (Autor; Levy; Murnane, 2003).

Aprofundando ainda mais esses conceitos de classificação das ocupações por tarefas, Frey e Osborn (2017) elaboraram uma metodologia visando avaliar a probabilidade de automação para

diferentes tipos de empregos. Para isso, os autores utilizaram os dados da O\*NET, uma base de dados que descreve as características dos tipos de emprego nos EUA, classificando cada tipo de emprego a partir de uma relação de nove habilidades. Essas habilidades são: 1) Percepção: a capacidade de perceber, interpretar e processar informações sensoriais; 2) Manipulação física: realização de tarefas físicas e manipulação de objetos; 3) Interatividade social: a habilidade de interagir com outras pessoas; 4) Inteligência criativa: a habilidade de criar novas ideias e soluções; 5) Solução de problemas: a capacidade de resolver problemas e tomar decisões; 6) Mobilidade: a destreza em se mover ou se deslocar; 7) Cognição: a aptidão de processar informações e tomar decisões; 8) Percepção espacial: a capacidade de perceber e visualizar objetos em três dimensões; 9) Habilidade manual: a habilidade de usar as mãos para realizar tarefas.

A partir dessa classificação, cada tipo de emprego é avaliado em relação a cada uma dessas habilidades, recebendo assim uma pontuação de indicação para o grau de automação que a profissão teria capacidade de suportar. Essa pontuação é então combinada com informações sobre o grau de automação já existente na indústria correspondente e o nível de escolaridade necessário para a prática da ocupação, avaliando então a probabilidade de automação de cada tipo de emprego (Frey; Osborne, 2017).

Os principais resultados do estudo de Frey e Osborn (2017) indicam que muitos empregos estão em risco de automação no futuro próximo. Segundo os autores, cerca de 47% dos empregos nos Estados Unidos seriam suscetíveis à automação nas próximas décadas. Os autores também encontraram diferenças significativas entre as profissões em relação ao grau de automação. Empregos que exigem habilidades cognitivas, criatividade e interatividade social seriam menos suscetíveis à automação, enquanto empregos que envolvem tarefas repetitivas e de baixa habilidade, como trabalhos manuais e de atendimento ao cliente, seriam mais facilmente automatizados.

De acordo com Adamczyk, Monasterio e Fochezatto (2021), as atividades que exigem o uso da capacidade cognitiva requerem um alto grau de educação e habilidades analíticas para solucionar problemas abstratos. Por outro lado, atividades manuais são realizadas por meio de interações pessoais que exigem reconhecimento visual, uso da linguagem e capacidade de se adaptar a diferentes circunstâncias. Atividades manuais e cognitivas podem ser classificadas em rotineiras ou não. As tarefas rotineiras são executadas repetitivamente em ambientes estruturados e com pouca margem para improvisação.

O modelo de Autor, Levy e Murnane (2003) propõe que a automação e a tecnologia têm afetado de maneira distinta cada uma dessas categorias de tarefas. As tarefas manuais e repetitivas são as mais propensas a serem automatizadas, devido à facilidade de programação de robôs para realizá-las. Em seguida, as tarefas cognitivas rotineiras também começaram a ser automatizadas, com a disseminação de algoritmos e sistemas de inteligência artificial capazes de realizar tarefas como o processamento de dados e a tomada de decisões baseadas em regras.

Por outro lado, as tarefas não-rotineiras seriam as mais difíceis de automatizar, já que envolvem a capacidade humana de solucionar problemas complexos e interagir com outras pessoas. Portanto, a automação e a tecnologia podem afetar de maneira desproporcional ocupações que envolvem tarefas manuais e repetitivas e tarefas cognitivas rotineiras, deixando relativamente intactos empregos que envolvem tarefas não-rotineiras. Por conta disso, o modelo de Autor, Levy e Murnane (2003) também tem sido amplamente utilizado para explicar a polarização do mercado de trabalho em muitos países, ou seja, a tendência de crescimento dos empregos de alta remuneração e dos empregos de baixa remuneração, que estariam classificados como tarefas não rotineiras, em detrimento dos empregos de remuneração intermediária, mais relacionados às tarefas dos espectros rotineiros.

Assim, o modelo argumenta que as mudanças tecnológicas têm impulsionado a demanda por trabalhadores que realizam tarefas cognitivas não-rotineiras (como análise de dados, tomada de decisão e resolução de problemas complexos) e por trabalhadores que realizam tarefas manuais não-rotineiras (como carpintaria, encanamento e instalação de equipamentos). Por outro lado, as mudanças tecnológicas têm comprimido a demanda por trabalhadores que realizam tarefas cognitivas rotineiras (como operação de máquinas, cálculo e processamento de dados) e tarefas manuais rotineiras (como montagem de peças em linha de produção). Essa mudança na demanda por diferentes tipos de tarefas tem sido associada à polarização do emprego.

Albuquerque e outros (2019) indicam que, apesar da redução dos postos de trabalhos para as profissões menos qualificadas, as profissões que realizam tarefas classificadas como cognitivas não rotineiras e as cognitivas de rotina (relacionadas a interações pessoais e adaptabilidade) são menos propensas a automatização.

O mesmo se segue para os resultados encontrados por Acemoglu e Autor (2011) que, em seu trabalho, indicaram que a adoção de novas tecnologias de automação pode ter um impacto significativo na polarização do mercado de trabalho, levando à uma redução na demanda por

trabalhadores com habilidades mais especializadas ou com habilidades mais rotineiras e menos qualificadas. O trabalho mostrou que, em alguns casos, o ingresso de novas tecnologias pode levar à criação de novos empregos, mas essas ocupações tenderiam a ser altamente especializados e requereriam altos graus de habilidades.

Em um contexto mais próximo ao brasileiro, o estudo de Maurizio et al. (2023) buscou analisar as alterações na estrutura do emprego e da renda da Argentina, Chile e México ao longo das duas primeiras décadas do século XXI. Os autores utilizaram uma abordagem baseada em empregos, combinando o tipo de ocupação com o ramo de atividade. O objetivo foi identificar os padrões de mudança estrutural e verificar se existe evidências de polarização do emprego nessas economias.

Os resultados apontaram padrões variados para esses países. Na Argentina, entre 2003 e 2012, o crescimento do emprego apresentou um padrão em forma de U invertido, com uma maior expansão nas faixas intermediárias de renda, enquanto para as categorias de renda inferior e superior foi observado um menor crescimento. Porém para o período entre 2012 e 2019, observou-se um comportamento de polarização, com aumento nos empregos das extremidades inferior e superior, e estagnação ou declínio nas faixas intermediárias. Tratando do Chile, de 2000 a 2009 não foi identificado um padrão claro nas mudanças de emprego, porém, entre 2009 e 2017, houve um comportamento de melhoria, indicando um deslocamento dos empregos para posições de maior qualificação e remuneração, sugerindo uma ascensão geral na qualidade dos empregos. Seguindo para o México, entre 2006 e 2010 não foram observadas mudanças significativas na estrutura de emprego, mas na década seguinte, identificou-se um padrão em forma de U invertido semelhante ao da Argentina no período anterior, com crescimento concentrado nas faixas intermediárias de renda. Sendo assim, a hipótese de polarização do emprego levantada por esse trabalho não foi confirmada nesses países (MAURIZIO et al., 2023).

Trazendo evidências da polarização no Brasil, Rocha e Vaz (2021) aplicaram a metodologia de Índice de Intensidade de Tarefas Rotineiras (RTI), desenvolvida por Autor e Dorn (2013), e foi empregado na análise do setor de indústria de transformação durante os anos de 2003, 2013 e 2018. Adicionalmente, foram investigadas as variáveis que exercem influência sobre a probabilidade de executar tarefas rotineiras, manuais ou abstratas, utilizando uma abordagem logit multinomial. Seus resultados apontam que a maioria dos grandes grupos ocupacionais exibiu valores negativos no RTI, o que sinaliza uma situação de polarização nos empregos. No

entanto, durante o período entre 2003 e 2018, observou-se um aumento pequeno na intensidade dessa polarização. Os resultados obtidos por meio do logit multinomial indicam que as oportunidades de realizar tarefas abstratas aumentam para aqueles trabalhadores que possuem ensino superior, uma maior experiência profissional e que estão empregados em empresas de médio porte.

Segundo os resultados encontrado por Rocha e Vaz (2021), durante os anos examinados (2003, 2013 e 2018), a maioria dos trabalhadores executou tarefas rotineiras, correspondendo a 55,90%, 50,58% e 49,69%, respectivamente. Em seguida, estavam os trabalhadores que desempenharam tarefas manuais não rotineiras, totalizando 34,28% em 2003, 38,21% em 2013 e 37,47% em 2018. Já as tarefas abstratas foram realizadas por 9,82% dos trabalhadores em 2003, 11,21% em 2013 e 12,84% em 2018. Nota-se um aumento na participação das tarefas não rotineiras manuais e abstratas na indústria de transformação entre 2003 e 2018, enquanto as tarefas rotineiras diminuíram sua representação nesse período.

Além disso, tarefas rotineiras geralmente são realizadas por trabalhadores de qualificação mais baixa ou média, enquanto tarefas não rotineiras manuais são típicas de profissionais com qualificação intermediária, e tarefas abstratas são executadas por indivíduos altamente qualificados. Até 2013, a maioria dos trabalhadores que executava tarefas abstratas tinha concluído o ensino médio, representando 38,64% em 2003 e 48,39% em 2013. No entanto, a partir de 2018, a maioria dos que desempenhavam essas tarefas tinha diploma universitário (47,41%). Em relação às tarefas não rotineiras manuais e rotineiras, a proporção de trabalhadores com ensino superior era inicialmente baixa, mas entre 2003 e 2018, houve um aumento para 2,42% e 7,39%, respectivamente, nas tarefas não rotineiras manuais e rotineiras. Em 2003, a maioria dos trabalhadores nessas tarefas era analfabeta ou possuía ensino fundamental incompleto, representando 44,91% e 34,60%, respectivamente. Em 2013, no entanto, a maioria tinha concluído o ensino médio, representando 48,02% e 53% nas tarefas não rotineiras manuais e rotineiras, respectivamente (Rocha; Vaz, 2020).

Sendo assim, estudo de Rocha e Vaz (2021) demonstra que o Brasil enfrenta um fenômeno de polarização de empregos semelhante ao observado em países como os EUA e o Reino Unido, devido ao avanço tecnológico. Os resultados dessa pesquisa revelam que as tecnologias adotadas na indústria brasileira substituem trabalhadores com baixa qualificação em tarefas rotineiras, ao mesmo tempo em que complementam aqueles com qualificações intermediárias e avançadas em tarefas manuais não rotineiras e abstratas.

Isso se evidencia pelos valores negativos de RTI encontrados e observados na maioria dos principais grupos ocupacionais ao longo dos anos analisados, indicando uma predominância de empregos relacionados a tarefas abstratas e/ou manuais não rotineiras. Essa dinâmica é impulsionada pela falta de substitutos próximos para as tarefas abstratas e não rotineiras, enquanto as tarefas rotineiras são suscetíveis à automação. Como resultado, ocorre uma migração dos trabalhadores das atividades rotineiras para as atividades manuais, impulsionada pelo aumento dos salários dos trabalhadores de baixa qualificação em tarefas manuais em comparação com as tarefas rotineiras, o que resulta na polarização das distribuições de salários e empregos<sup>1</sup>.

Também analisando a existência do fenômeno da polarização no Brasil, Machado (2017) busca entender como as mudanças tecnológicas transformaram a dinâmica do mercado de trabalho no Brasil entre 1990 e 2010, avaliando se o aumento da demanda por trabalhadores mais qualificados tem sido acompanhado pelo crescimento do emprego em funções de baixa complexidade. O estudo utiliza dados do Censo Demográfico do IBGE para 1991, 2000 e 2010, calculando os percentis da distribuição do logaritmo do salário da ocupação principal das pessoas empregadas. Os resultados indicam que, entre 2000 e 2010, foram encontradas variações positivas na participação das ocupações de menor nível de habilidade e das ocupações de maior nível de habilidade no emprego total. Em contrapartida, as ocupações classificadas entre os percentis intermediários registraram variação negativa, sugerindo que a polarização se tornou mais acentuada durante esse período em comparação com o período anterior (1991 a 2000).

Além disso, a análise de Machado (2017) revela que o aumento do emprego no setor de comércio e serviços foi mais acentuado nas ocupações localizadas nos extremos da distribuição de habilidades. Por outro lado, a redução do emprego em ocupações intermediárias poderia ser explicada pela diminuição dessas posições na indústria e na agropecuária. Desse modo, a diminuição da participação da indústria e da agropecuária para o setor de serviços é apontado como um fator relevante para compreender a polarização do mercado de trabalho brasileiro. Esse setor seria caracterizado por demandar tanto atividades que demandam mão de obra de baixa qualificação quanto atividades que demandam mão de obra altamente qualificada, contribuindo para o aumento do emprego em funções de baixa e alta qualificação.

---

<sup>1</sup>Uma revisão de literatura empírica nacional mais detalhada sobre polarização pode ser encontrada no trabalho de Rocha e Vaz (2021).

Como é possível constatar, vários estudos empíricos têm fornecido evidências consistentes com a teoria do modelo de tarefas, mostrando que as mudanças tecnológicas têm levado à polarização do emprego em muitos países e setores. No entanto, a maioria dos estudos para o Brasil são relacionados ao potencial de automatização dos empregos e não diretamente à polarização. Portanto, este trabalho busca contribuir com a literatura sobre polarização do emprego no Brasil.

Concluindo, a literatura internacional tem evidenciado o fenômeno da polarização do emprego em diversos países desenvolvidos. Estudos como os de Autor, Levy e Murnane (2003) e Frey e Osborn (2017), baseados nas habilidades, demonstram que o avanço tecnológico e a automação têm aumentado a demanda por trabalhadores altamente qualificados e por aqueles em ocupações de baixa qualificação, enquanto reduzem oportunidades para trabalhadores de qualificação média. Michaels, Natraj e Van Reenen (2014), olhando para as faixas de escolaridade, reforçam essa visão ao apontar que o uso intensivo de TICs está associado à polarização nos mercados de trabalho de países como Japão, Estados Unidos e nações europeias.

No contexto nacional, os resultados são divergentes. Machado (2017), olhando pela faixa salarial, identificou no Brasil uma tendência de polarização entre 2000 e 2010, com crescimento nas ocupações de baixa e alta habilidade e redução nas intermediárias, atribuída ao aumento do setor de serviços em detrimento da indústria de transformação e agropecuária. Rocha e Vaz (2021), olhando pelas habilidades, também apontam para a existência de sinais de polarização na indústria de transformação brasileira. No entanto, estudos para outros países da América Latina, como o de Maurizio et al. (2023), que analisou Argentina, Chile e México, não confirmaram a hipótese de polarização nesses países, observando em vez disso um crescimento nas ocupações intermediárias ou outros padrões variados. Essas evidências sugerem que, diferentemente das economias avançadas, países em desenvolvimento como o Brasil ainda não incorporaram plenamente as tecnologias da informação a ponto de desencadear o fenômeno da polarização do emprego, possivelmente devido a especificidades locais, estágio de adoção tecnológica e setores econômicos predominantes.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 DADOS

Neste trabalho, a principal fonte de dados utilizada foi a Relação Anual das Informações Sociais (RAIS). Esta é uma base de registro administrativo, cujo objetivo é suprir a necessidades de controle, estatísticas e informativas para os entes governamentais da área social, sendo fundamental para o acompanhamento e caracterização do mercado de trabalho formal (Brasil, 2024).

Sobre as características da RAIS, sua periodicidade é anual e abrange todo o território nacional a níveis Brasil, Regiões Naturais, Mesorregiões, Microrregiões, Unidades Federativas e Municipais, cobrindo todo o mercado de trabalho formal brasileiro. As principais variáveis disponíveis são: quantidade de empregos no dia 31 de dezembro, segundo grau de escolaridade, faixa etária, gênero, nacionalidade, rendimentos, tempo de serviço, massa salarial e o número de empregos por tamanho de estabelecimento, desagregados a níveis ocupacional, geográfico e setorial (Brasil, 2024).

Para a realização do trabalho, as variáveis extraídas da RAIS foram o número de empregos formais no Brasil a nível municipal, exceto o setor de TIC, para os grupos de alta, média e baixa escolaridade, tanto para empregos totais como para apenas o setor privado. Da mesma forma, foi extraída a quantidade de empregos formais a nível municipal para o setor de TIC, tanto os totais quanto apenas os privados. Por fim, foi obtido da RAIS a quantidade de estabelecimentos de tamanho médio e grande para os municípios brasileiros.

Para definir o setor de TIC, foram utilizadas as subseções 61, 62 e 63 da seção J da CNAE 2.0. Essas divisões, respectivamente, correspondem a Atividades de Telecomunicação, Atividades de Tecnologia da Informação e Outras Atividades de Prestação de Serviços de Informação. Essa seção abrange a criação e distribuição de produtos informativos em várias mídias, além da transmissão desses produtos por sinais analógicos ou digitais, além de envolver a operação de infraestruturas para a transmissão e armazenamento de conteúdo. Suas principais atividades incluem edição, cinematografia, gravação de som, rádio, televisão, telecomunicações, tecnologia da informação e serviços de informação (IBGE, s.d.).

Além disso, também foi necessária uma medida de densidade populacional. Para seu cálculo, foi utilizada a contagem populacional de 2007 do IBGE (2007), juntamente com os dados do

censo de 2010 (IBGE, 2010). Para os demais anos do período analisado (2008, 2009 e 2011 a 2019), foi utilizada a pesquisa de estimativa populacional do IBGE, baseada na relação das tendências de crescimento populacional do município e da unidade federativa (IBGE, 2020). Em conjunto com essas bases, foram utilizadas as informações de área territorial dos municípios para o ano de 2019 (IBGE, 2019).

Por fim, outra variável utilizada foi o PIB municipal. Esta tem o intuito de refletir a atividade econômica das localidades analisadas e é um indicador fundamental para o planejamento de políticas públicas, cujos resultados permitem identificar as áreas de geração de renda, provendo dados que capturam as especificidades locais, importantes para o entendimento do desenvolvimento econômico regional (IBGE, 2019).

#### 4.2 MODELO ECONOMETRICO

Objetivando a estimação do efeito do setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TICs) nos empregos de baixa, média e alta escolaridade, foi construído um painel a nível municipal para o Brasil, abarcando o período entre 2007 e 2019. O período de análise foi escolhido visando permitir a compatibilidade da classificação setorial pela CNAE 2.0, iniciada em 2007, seguindo até 2019, corte antes da pandemia da COVID-19, evento que poderia causar distorções nas análises. O modelo econométrico foi baseado no estudo de Michaels, Natraj e Van Reenen (2014), que examinaram efeito dos gastos em TIC sobre as participações de cada grupo de escolaridade na massa salarial em diversos países desenvolvidos durante um período de 25 anos (1980-2004). Os autores apontaram que a tecnologia provocou um aumento na demanda por trabalhadores altamente qualificados e para aqueles com menor qualificação, enquanto a demanda por profissionais de média qualificação diminuiu. O intuito dessa análise é testar essa hipótese da polarização do emprego no Brasil.

Para isso, foi utilizado um modelo de efeitos fixos, com o emprego formal nos setores não-TICs (por grupo: alta, média e baixa escolaridade) como variável dependente e com as seguintes variáveis explicativas: o emprego no setor de TICs, uma proxy usada para mensurar o nível de adoção de TICs por município; as características do município (PIB real e densidade populacional), escolhidas para controlar as diferenças de tamanho populacional e desenvolvimento econômico entre os municípios, que podem explicar a demanda por emprego por escolaridade; e a parcela de estabelecimentos médios (100-499 empregos) e grandes (500 ou mais empregos) do município, incluídas como controle para as diferenças de

composição entre os mercados de trabalhos municipais, que podem explicar as diferenças na demanda por trabalho.

O trabalho emprega dois modelos econométricos que são estruturados da mesma maneira. A variável  $d_m$  é o efeito fixo de cada município  $m$ ;  $d_t$  são os efeitos fixos temporais (variáveis *dummies* de ano) e  $\varepsilon_{mt}$  é o termo de erro do modelo. Além disso, o modelo inclui as variáveis  $TIC_{mt}$ , correspondente aos empregos do setor de TICs;  $dens_{mt}$ , correspondente à densidade populacional do município;  $PIB_{mt}$ , que se refere ao PIB real municipal;  $Estabmedio_{mt}$ , para a quantidade de estabelecimentos de médio porte no município e  $Estabgrande_{mt}$ , para a quantidade de estabelecimentos de grande porte. Segue os modelos:

$$y_{mt} = \beta_0 + \beta_1 TIC_{mt} + \beta_3 dens_{mt} + \beta_4 PIB_{mt} + \beta_5 Estabmedio_{mt} + \beta_6 Estabgrande_{mt} + d_m + d_t + \varepsilon_{mt} \quad (1)$$

No qual  $y_{mt}$  é o logaritmo do emprego (*1.1* – Alta; *1.2* – Média; e *1.3* – Baixa escolaridade) no setor não-TICs para o município  $m$  e no ano  $t$ .

$$y_{privado_{mt}} = \beta_0 + \beta_1 TIC_{privado_{mt}} + \beta_3 dens_{mt} + \beta_4 PIB_{mt} + \beta_5 Estabmedio_{mt} + \beta_6 Estabgrande_{mt} + \alpha_m + T_t + \varepsilon_{mt} \quad (2)$$

No qual  $y_{privado_{mt}}$  é o logaritmo do emprego (*1.1* – Alta; *1.2* – Média; e *1.3* – Baixa escolaridade) no setor não-TICs privado para o município  $m$  e no ano  $t$ .

Quadro 1 – Definição das variáveis do modelo econométrico

Variável	Definição	Fonte
Emprego de baixa, média e alta escolaridade	Emprego formal por grupo de escolaridade: 1. Baixa: Analfabeto a ensino médio incompleto 2. Média: Ensino médio completo a superior incompleto 3. Alta: Ensino superior completo	RAIS
Emprego privado de baixa, média e alta escolaridade	Emprego formal, sem a Administração Pública, por grupo de escolaridade: 4. Baixa: Analfabeto a ensino médio incompleto 5. Média: Ensino médio completo a superior incompleto	RAIS

	6. Alta: Ensino superior completo	
Emprego no setor de TICs	Emprego formal nas subseções 61, 62 e 63 da seção J da CNAE 2.0	RAIS
Densidade populacional dos municípios	Razão entre a população e a área do território municipal	IBGE
PIB dos municípios	Valor do PIB municipal, a preços de 2019	IBGE
Estabelecimentos médios dos municípios	Parcela de estabelecimentos de médio porte no município	RAIS
Estabelecimentos grandes dos municípios	Parcela de estabelecimentos de grande porte no município	RAIS

Fonte: elaboração própria (2024)

### 4.3 MÉTODO

O estudo de Michaels, Natraj e Van Reenen (2014) faz uso de um modelo de efeitos fixos por país e setor para tratar das diferenças específicas de cada nação que podem levar a variações nos resultados. Neste trabalho, foi adotado um modelo de efeitos fixos para controlar as características não observadas dos municípios, às quais podem estar correlacionadas com o emprego e o investimento no setor de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

O estimador de efeitos fixos, também chamado de transformação intragrupo, é utilizado para lidar com efeitos não observados entre unidades individuais, como os municípios, em dados em painel, capturando diferenças específicas entre as unidades individuais que permanecem constantes ao longo do tempo. No caso deste trabalho, os efeitos fixos podem representar características que são invariáveis ao longo do tempo e são inerentes a cada município, como a localização geográfica, disponibilidade de recursos naturais e formação histórica. Para lidar com o efeito não observado, o estimador subtrai a média de cada variável ao longo do tempo para cada unidade, o que remove as variáveis explicativas constantes ao longo do tempo. Este método utiliza a variação temporal dentro de cada unidade para estimar os coeficientes (Gujarati, 2011; Wooldridge, 2017).

Sendo assim, os efeitos fixos permitem controlar diferenças não observadas entre as unidades individuais e são úteis quando há heterogeneidade não capturada por variáveis explicativas. No entanto, os efeitos fixos não permitem estimar o impacto das variáveis independentes que não variam dentro das unidades individuais (Gujarati, 2011).

Para determinar a escolha do estimador entre efeitos fixos e efeitos aleatórios, geralmente é utilizado o teste de Hausman. Sua hipótese nula é que os estimadores de efeitos fixos e efeitos aleatórios não diferem substancialmente. Caso a hipótese nula seja rejeitada, o modelo de

efeitos fixos é preferível já que os efeitos não observados estão correlacionados com os regressores (Gujarati, 2011).

## 5 RESULTADOS

Esse capítulo apresenta as estatísticas descritivas dos dados e os resultados obtidos nas análises econométricas, com foco na influência que o setor de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) exerce no emprego em diferentes faixas de escolaridade.

### 5.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

A tabela abaixo apresenta as estatísticas descritivas das variáveis analisadas.

Tabela 8 – Estatísticas Descritivas

Variáveis	Média	Desvio	Mín.	Máx.	Obs.
l <sub>ti</sub>	2,51	1,88	0,00	11,97	28666
l <sub>baixo</sub>	6,2	1,57	0,00	14,14	72305
l <sub>medio</sub>	6,33	1,55	0,00	14,73	72368
l <sub>alto</sub>	5,18	1,52	0,00	14,23	72192
l <sub>ti priv</sub>	2,5	1,88	0,00	11,97	28664
l <sub>baixo priv</sub>	5,59	2,05	0,00	14,06	71685
l <sub>medio priv</sub>	5,54	2,08	0,00	14,62	72106
l <sub>alto priv</sub>	3,61	2,15	0,00	13,84	69361
l <sub>denspop</sub>	3,24	1,43	-3,01	9,56	72384
l <sub>pibreal</sub>	12,27	1,42	8,68	20,52	72377
estab <sub>medio</sub>	2,18	4,31	0,00	100	72375
estab <sub>grande</sub>	0,42	1,29	0,00	33,33	72375

Fonte: Elaboração própria

Como é possível ver na tabela 8, o logaritmo de empregos no setor de Tecnologia da Informação (TI) apresenta uma média relativamente baixa por município (2,51). Este número, em conjunto com o valor máximo encontrado (11,97), pode indicar a existência de muitos municípios sem nenhuma posição no setor de TI, sugerindo uma possível alta concentração desses empregos em alguns centros. Comparando com o setor privado de TI, a média é praticamente a mesma (2,5), indicando que quase a totalidade dos empregos no setor de TI está no setor privado. Tanto para o total quanto para o setor privado, São Paulo é município com a maior quantidade de empregos no setor de TIC. Além disso, no total 43.744 observações do painel de municípios não registraram empregos em TI, enquanto para o setor privado foram 43,746.

O logaritmo de emprego para a faixa de média escolaridade possui as maiores médias para os setores público e privado (6,33), reduzindo para 5,54 apenas no setor privado. Os empregos de baixa escolaridade também capturam uma boa quantidade de posições. Já o log do emprego de alta escolaridade possui uma média de cerca de 5,18. No setor privado, a média é consideravelmente menor (3,61), sugerindo que o setor público concentra uma proporção significativa dos empregos de alta escolaridade.

Seguindo com as estatísticas para a parcela de estabelecimentos médias, a média é de cerca de 2,18 por município. O valor mínimo é 0, e o máximo é 100, sugerindo uma distribuição desigual. Para os estabelecimentos grandes, a média é de 0,42 por município, com um valor máximo de 33,33 em uma única cidade. Grandes empresas geralmente possuem mais recursos para investir em tecnologia, mas os dados indicam uma distribuição desigual entre os municípios, o que pode sugerir uma má distribuição das posições no setor de TI já apontadas pelas demais estatísticas.

Tratando das demais variáveis, o log da densidade populacional média é de 3.24. Além disso, o logaritmo do PIB real médio é de 12,27, também desigualmente distribuído levando em consideração o desvio padrão da variável. Um PIB real mais alto pode ser associado a um maior investimento em tecnologia e, conseqüentemente, a mais empregos no setor de TI. Além disso, áreas com PIB mais alto também podem investir mais em automação, potencialmente reduzindo alguns tipos de empregos.

## 5.2 RESULTADOS DAS ESTIMAÇÕES

Para justificar a escolha de um modelo de efeitos fixos para este trabalho, foi realizado o teste de Hausman. Como dito anteriormente, esse teste é usado para escolher entre um modelo de efeitos fixos e um modelo de efeitos aleatórios em análises de dados de painel. No teste de Hausman, se a hipótese nula for rejeitada, o modelo de efeitos fixos é preferível ao modelo de efeitos aleatórios (Gujarati, 2011).

Os resultados do teste indicam que a diferença entre os coeficientes estimados é estatisticamente significativa, sendo o valor P de todos os coeficientes 0 ou próximos de 0, rejeitando a hipótese nula e sugerindo a melhor adequação do modelo de efeitos fixos.

Seguindo para a análise dos resultados, foram realizadas três regressões, uma para cada grau de escolaridade, tanto para os setores público e privado combinados (tabela 9), quanto apenas para o setor privado (tabela 10).

Tabela 9 - Efeitos do setor de TICs sobre o emprego de baixa, média e alta escolaridades

Variáveis	(1) Log. emprego baixa escolaridade	(2) Log. emprego média escolaridade	(3) Log. emprego alta escolaridade
Empregos em TI (log.)	0,002 (0,003)	0,005** (0,003)	0,006* (0,003)
Densidade populacional (log.)	0,031 (0,054)	0,360*** (0,056)	0,427*** (0,068)
PIB real (log.)	0,233*** (0,021)	0,212*** (0,018)	0,169*** (0,022)
Estabelecimentos médios	0,116*** (0,011)	0,105*** (0,009)	0,067*** (0,014)
Estabelecimentos grandes	0,259*** (0,030)	0,253*** (0,024)	0,195*** (0,030)
Constante	4,104*** (0,320)	2,735*** (0,313)	1,780*** (0,360)
Observações	28.665	28.665	28.664
R <sup>2</sup>	0,369	0,656	0,555
Número de municípios	3.622	3.622	3.622
P-valor do teste de Hausman	0,00	0,00	0,00
Efeito Fixo Municipal	Sim	Sim	Sim
Efeito Fixo Anual	Sim	Sim	Sim
Erro Padrão Robusto	Cluster	Cluster	Cluster

Fonte: Elaboração própria. Nota: \*\*\*p<0,01, \*\*p<0,05, \*p<0,1.

Os resultados revelam que o setor de Tecnologia da Informação (TI) exerce forças distintas sobre os empregos das três faixas de educação. Como é possível observar na tabela 9, para os empregos de média escolaridade, um coeficiente 0,005 significativo a 5% indica que um aumento de 100% no número de empregos no setor de TI resultaria em um aumento de aproximadamente 0,5% nos empregos de média escolaridade. Este efeito sugere que o setor de TI contribui para a criação de empregos que requerem um nível médio de qualificação. O impacto sobre os empregos de alta escolaridade foi similar (coeficiente de 0,006), sugerindo que o setor de TI favorece a expansão de empregos de alta qualificação, porém o resultado só foi estatisticamente significativo a 10%. Além disso, o impacto do setor de TI nos empregos de baixa escolaridade não é estatisticamente significativo, indicando que o crescimento do setor de TI não gera variações perceptíveis nos empregos que exigem menores graus de escolaridade.

Tratando das demais variáveis, os resultados indicam que a densidade populacional tem um impacto significativo nos empregos de média e alta escolaridade, sugerindo que áreas com

maior densidade populacional geram mais oportunidades para trabalhadores qualificados, enquanto não há impacto perceptível nos empregos de baixa escolaridade. Além disso, o PIB real mostra um impacto positivo significativo em todas as faixas de escolaridade, aumentando os empregos de baixa, média e alta escolaridade em 0,23%, 0,21% e 0,16%, respectivamente, para cada aumento de 1% no PIB real. Os estabelecimentos médios e grandes também apresentaram relações significativas com o número de empregos em todas as faixas de escolaridade, indicando que a proporção de grandes empresas afeta mais intensamente a quantidade de empregos qualificados (média e alta escolaridade) do que a proporção de estabelecimentos médios. Focando na variável principal, os empregos no setor de TI, os resultados destacam que o setor continua a impulsionar a demanda por trabalhadores de média e alta escolaridade no Brasil.

Porém focando apenas o setor privado, pode-se encontrar algumas diferenças nessas interações. Como pode ser visto na tabela 10, que considera apenas o setor privado, os coeficientes para o logaritmo do emprego em TICs, variável que destaca os empregos em TIC no setor privado, são mais expressivos quando comparados à variável que se refere aos empregos totais em TIC. O coeficiente de 0,009 para empregos de média escolaridade e 0,010 para empregos de alta escolaridade indica que um aumento de 100% nos empregos no setor privado de TIC resulta em aumentos de 0,9% e 1% nos empregos de média e alta escolaridade, respectivamente. Além dos valores maiores, os coeficientes são significativos a 1% e 5% respectivamente. Apesar disso, mais uma vez a influência dos empregos no setor de TIC sobre empregos de baixa escolaridade não é significativa. Essa comparação indica uma maior força do setor de tecnologia da informação e comunicação no setor privado e na sua influência principalmente às faixas de escolaridade mais elevadas.

Tabela 10 - Efeitos do setor privado de TICs sobre o emprego privado de baixa, média e alta escolaridades

Variáveis	(1) Log. emprego baixa escolaridade	(2) Log. emprego média escolaridade	(3) Log. emprego alta escolaridade
Empregos em TI privado (log.)	0,003 (0,003)	0,009*** (0,003)	0,010** (0,004)
Densidade populacional (log.)	-0,137** (0,062)	0,166** (0,070)	0,290*** (0,086)
PIB real (log.)	0,291*** (0,026)	0,303*** (0,024)	0,340*** (0,034)
Estabelecimentos médios	0,126*** (0,012)	0,083*** (0,013)	0,074*** (0,013)
Estabelecimentos grandes	0,204*** (0,035)	0,111*** (0,023)	0,100*** (0,025)
Constante	3,692*** (0,381)	1,913*** (0,379)	-1,013** (0,511)
Observações	28.659	28.663	28.635
R <sup>2</sup>	0,319	0,689	0,617
Número de municípios	3.621	3.622	3.615
P-valor do teste de Hausman	0,00	0,00	0,00
Efeito Fixo Municipal	Sim	Sim	Sim
Efeito Fixo Anual	Sim	Sim	Sim
Erro Padrão Robusto	Cluster	Cluster	Cluster

**Fonte:** Elaboração própria. Nota: \*\*\*p<0,01, \*\*p<0,05, \*p<0,1.

Em relação às demais variáveis para o setor privado, vistas na tabela 10, os resultados mostram que a densidade populacional tem um impacto positivo significativo nos empregos de média e alta escolaridade no setor privado, com aumentos de 0,16% e 0,29% para cada aumento de 1% na densidade populacional, respectivamente, enquanto para empregos de baixa escolaridade o impacto é negativo e significativo. No que diz respeito ao PIB real, seus coeficientes são ainda mais altos e altamente significativos no setor privado, resultando em aumentos de 0,291%, 0,303% e 0,340% para os empregos de baixa, média e alta escolaridade, respectivamente, para cada aumento de 1% no PIB real, destacando a sensibilidade do setor privado ao crescimento econômico. Em consonância com os resultados gerais, as variáveis referentes aos estabelecimentos médios e grandes permanecem mostrando significância para as faixas de escolaridade, indicando que a proporção de estabelecimentos de médio e grande porte no setor privado influencia na quantidade de empregos.

Levando em conta esses resultados, observa-se algumas convergências e divergências ao compará-los com a literatura. Como visto, Frey e Osborn (2017) argumentam que a automação, desenvolvida pelo setor de TIC, afetaria principalmente empregos que envolvem tarefas repetitivas e de baixa habilidade. No entanto, os resultados mostram que, no Brasil, o setor das tecnologias da informação não impactou significativamente os empregos de baixa escolaridade, sugerindo que a automação dessas tarefas pode ainda estar em estágio embrionário.

Corroborando com isso, Autor, Levy e Murnane (2003) propõem que as tarefas não-rotineiras, cognitivas ou manuais, são menos suscetíveis à automação, o que está alinhado com o crescimento observado nos empregos de alta escolaridade observados nos resultados acima. Isso sugere que as novas tecnologias desenvolvidas e/ou utilizadas pelo setor de TIC podem estar impulsionando a demanda por trabalhadores mais qualificados no Brasil.

Contudo, ao contrário dos achados de Michaels, Natraj e Van Reenen (2014), que observaram uma polarização do emprego em diversos países, com uma redução nos empregos de qualificação média, os resultados aqui encontrados indicam um aumento nos empregos de média escolaridade no Brasil. Isso implica que a dinâmica de polarização observada em outros contextos ainda não se manifestou no país.

Esse desvio pode ser explicado pelas especificidades do mercado de trabalho brasileiro ou pelo estágio de adoção tecnológica no país. Conforme destacado por Barboza, Lima e Madeira (2017), o setor de TIC no Brasil enfrenta grandes deficiências na infraestrutura de comunicações e altos custos de importação de máquinas e equipamentos, o que limita a adoção e a eficiência das tecnologias. Rocha e Vaz (2020) ressaltam as limitações em conhecimentos digitais e pensamento crítico, que são fundamentais para a Indústria 4.0, enquanto a Associação Brasileira das Empresas de Software (ABES, 2022) indica que o Brasil ainda está em um estágio embrionário de adoção tecnológica.

Essas condições contextuais sugerem que a automação no Brasil ainda não substituiu significativamente as tarefas de qualificação média, diferentemente do observado por Michaels, Natraj e Van Reenen (2014) em economias mais maduras. Assim, enquanto a automação e as TICs podem impulsionar a demanda por trabalhadores qualificados, as limitações estruturais e o estágio inicial de adoção tecnológica, por outro lado, explicam por que os empregos de média escolaridade ainda estão em crescimento no Brasil, refletindo uma dinâmica distinta de polarização do emprego.

Comparando com um contexto mais próximo, o estudo de Maurizio et al. (2023) analisou as alterações na estrutura do emprego e da renda na Argentina, Chile e México, e identificou um movimento semelhante de expansão na faixa intermediária de renda aos encontrados nestes resultados, uma tendência caracterizada por um padrão em forma de U invertido. Os seus resultados apontam que na Argentina, a polarização foi observada apenas entre 2012 e 2019, enquanto no México esse fenômeno não foi acompanhado. No Chile, não foi identificado um padrão claro nas mudanças de emprego. Esse fato pode sugerir que países em desenvolvimento ainda não incorporaram efetivamente as tecnologias da informação que potencialmente desencadeariam o fenômeno da polarização.

Outra hipótese a ser considerada é de que o perfil das ocupações de média escolaridade no Brasil não seja predominante em tarefas rotineiras, podendo justificar o movimento de aumento desses empregos observado nos resultados. Sendo assim, se os empregos de média escolaridade no Brasil envolvem tarefas mais complexas ou não-rotineiras, a exemplo das atividades que envolvem comunicação e contato com o público, a automação não deve reduzi-los significativamente. Resgatando algumas evidências, Adamczyk, Monasterio e Fochezatto (2021) destacam que as ocupações com maior propensão à automação geralmente envolvem tarefas de baixa qualificação e remuneração e, para o Brasil, encontraram que apenas 11,3% dos trabalhadores estão em ocupações com alta propensão à automação, enquanto 33,4% estão em ocupações com média-alta propensão. Albuquerque et al. (2019) reforçam essa ideia ao afirmar que trabalhadores com baixa qualificação em trabalhos rotineiros são mais propensos a serem substituídos por processos automatizados. Além disso, Kubota, Ruen e Maciente (2019), em sua pesquisa, apontam que, embora muitas ocupações no Brasil tenham alto potencial de automação, a transição para empregos com menor percentual de tarefas automatizáveis tem sido lenta, o que também pode justificar o movimento aqui observado.

Além disso, o trabalho de Machado (2017) pode oferecer uma explicação para essa tendência. De acordo com seu estudo, o movimento de polarização observado nos seus resultados pode ser atribuído à perda de participação dos setores da indústria de transformação e da agropecuária para o setor de comércio e serviços. Este setor, que demonstrou crescimento em quase todos os percentis de salário, é predominante em termos de proporção de empregos no Brasil. Sendo assim, o crescimento positivo no setor de comércio e serviços convergiria com os resultados positivos para os níveis intermediários de escolaridade de emprego encontrados, justificando a influência positiva do setor de TIC nessa faixa.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho foi investigar a polarização do emprego no mercado de trabalho do Brasil, a partir do efeito do setor de TIC sobre o emprego de baixa, média e alta escolaridade e analisando as possíveis causas e os impactos desse fenômeno em termos econômicos e sociais. Este estudo busca contribuir para a literatura fornecendo uma análise do mercado de trabalho brasileiro no contexto dos empregos no setor de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e avaliando como ele impacta a dinâmica dos empregos nos estratos de escolaridade.

Neste trabalho, a principal fonte de dados utilizada foi a Relação Anual das Informações Sociais (RAIS), abrangendo todo o mercado de trabalho formal brasileiro a nível municipal. Utilizou-se um modelo de efeitos fixos para estimar a relação dos empregos no setor de TIC com os empregos de diferentes níveis de escolaridade no período de 2007 a 2019, com base na hipótese de polarização do emprego discutida por Michaels, Natraj e Van Reenen (2014).

Os resultados encontrados não confirmaram a hipótese de polarização do emprego observada por Michaels, Natraj e Van Reenen (2014) em outros países. Em vez de encontrar uma redução nas posições de qualificação média, observou-se um aumento nos empregos de média escolaridade no Brasil. Os efeitos encontrados apontam que o setor de Tecnologia da Informação tem uma relação positiva e significativa com os empregos de média e alta escolaridade, enquanto não há efeito significativo nos empregos de baixa escolaridade.

A principal explicação para esses resultados reside nas especificidades do mercado de trabalho brasileiro e no estágio de adoção tecnológica. Sendo assim, deficiências na infraestrutura de comunicações, limitações em conhecimentos digitais e o perfil das ocupações de média escolaridade, que pode envolver tarefas mais complexas e não-rotineiras, contribuem para a persistência dos empregos de média escolaridade frente à automação. Dessa forma, a dinâmica de polarização do emprego ainda não pôde ser observada claramente no Brasil, com a metodologia adotada neste trabalho.

Embora o movimento de polarização ainda não seja evidente, a automação das tarefas é uma tendência inevitável. Este trabalho pode contribuir para as políticas públicas no Brasil, ressaltando a necessidade de investir em educação e capacitação para trabalhadores de média e baixa qualificação, preparando-os para atividades menos suscetíveis à automação e mais integradas às novas tecnologias. Além disso, é fundamental promover a melhoria da

infraestrutura de comunicações e a redução dos custos de máquinas e equipamentos, facilitando uma adoção mais eficiente das tecnologias no mercado de trabalho.

Uma limitação encontrada durante o trabalho foi a utilização do nível de emprego por escolaridade nos municípios. Essa variável pode ser limitada para mensurar a polarização se os trabalhadores estiverem em ocupações incompatíveis com a sua escolaridade e habilidade. Portanto, uma extensão do estudo poderia ser a utilização de dados sobre empregos com base em habilidades rotineiras e não rotineiras para avaliar a hipótese de polarização de maneira mais precisa.

Por fim, futuras pesquisas podem ampliar o escopo deste estudo ao explorar análises setoriais mais detalhadas para compreender melhor os impactos do setor de TIC em diferentes indústrias dentro do país. Além disso, investigar as interações entre automação e políticas educacionais pode revelar estratégias mais eficazes para mitigar os efeitos negativos da automação. Outra possível extensão seria examinar a adoção de tecnologias emergentes, como a inteligência artificial, e seu impacto específico em diferentes níveis de escolaridade e setores econômicos, contribuindo para um planejamento mais preciso de políticas públicas.

## REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D.; AUTOR, D. Skills, tasks and technologies: implications for employment and earnings. **Handbook of Labor Economics**, p. 1043-1171, 2011.
- ADAMCZYK, W. B.; MONASTERIO, L.; FOCHEZATTO, A. Automação e ocupações no Brasil: novas estimativas. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA**, 49., 2021, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: ANPEC, 2021.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Plano Nacional de Banda Larga**. Gov.br, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anatel/pt-br/regulado/universalizacao/plano-nacional-de-banda-larga>. Acesso em: 18 out. 2023.
- AGÊNCIA SENADO. **O que é o Programa Nacional de Banda Larga**. Senado, 2014. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2014/08/14/o-que-e-o-programa-nacional-de-banda-larga>. Acesso em: 18 out. 2023.
- ALBUQUERQUE, P. H. M. *et al.* **Na era das máquinas, o emprego é de quem? estimação da probabilidade de automação de ocupações no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2019. (Texto para Discussão, 2457).
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE – ABES. **Estudo mercado brasileiro de software: panorama e tendências**. [S.l.]: [s.n.], 2022.
- AUTOR, D. H.; LEVY, F.; MURNANE, R. J. The skill content of recent technological change: an empirical exploration. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 118, n. 4, p. 1279-1333, 2003.
- AUTOR, D. H.; DORN, D. The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. **American Economic Review**, v. 103, n. 5, p. 1553-1597, 2013.
- BARBOZA, A. L. M.; LIMA, R. R. S.; MADEIRA, R. F. **Panoramas setoriais 2030: tecnologia da informação e comunicação**. [S.l.]: [s.n.], 2017.
- BRESNAHAN, T.; BRYNJOLFSSON, E.; HITT, L. M. Information technology, workplace organization, and demand for skilled labor: firm-level evidence. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 117, n. 1, p. 339-376, 2002.
- BRASIL. **O que é RAIS?** Programa de Disseminação das Estatísticas do Trabalho – PDET, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/estatisticas-trabalho/o-pdet/o-que-e-rais>. Acesso em: 28 out. 2024.
- CAHUC, P.; CARCILLO, S.; ZYLBERBERG, A. **Labor economics**, 2014.
- FREY, C. B.; OSBORNE, M. A. The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation?. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 114, p. 254-280, 2017.
- GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. [S.l.]: AMGH, 2011.
- IBGE. **Contagem da população, 2007**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/habitacao/9065-contagem-da-populacao.html?=&t=conceitos-e-metodos>. Acesso em: 28 out. 2024.

- IBGE. **Áreas territoriais, 2019**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre>. Acesso em: 28 out. 2024.
- IBGE. **Produto Interno Bruto dos Municípios, 2019**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas>. Acesso em: 28 out. 2024.
- IBGE. **Censo demográfico, 2010**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/habitacao/9662-censo-demografico-2010.html?edicao=9673&t=conceitos-e-metodos>. Acesso em: 28 out. 2024a.
- IBGE. **Estimativas de população, 2020**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/estimapop/tabelas>. Acesso em: 28 out. 2024b.
- IBGE. **Seção J - Informação e Comunicação, s.d**. Disponível em: <https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?view=secao&tipo=cnae&versaosubclasse=10&versaoclasse=7&secao=J>. Acesso em: 28 out. 2024c.
- KUBOTA, L. C.; MACIENTE, A. N. Propensão à automação das tarefas ocupacionais. **Radar**, Rio de Janeiro, n. 61, 2019.
- MACHADO, A. Existe polarização no mercado de trabalho brasileiro? **Radar**, Rio de Janeiro, n. 53, 2017.
- MACIENTE, N.; RAUEN, C. V.; KUBOTA, C. Tecnologias digitais, habilidades ocupacionais e emprego formal no Brasil entre 2003 e 2017. **Mercado de Trabalho: Conjuntura e Análise**, Rio de Janeiro, n. 66, 2019.
- MAURIZIO, R. *et al.* Changes in the structure of employment and the discussion on occupational polarization in Latin America: the cases of Argentina, Chile and Mexico. **JRC Working Papers Series on Labour, Education and Technology**, 2023.
- MICHAELS, G.; NATRAJ, A.; VAN REENEN, J. Has ICT polarized skill demand? Evidence from eleven countries over twenty-five years. **Review of Economics and Statistics**, v. 96, n. 1, p. 60-77, 2014.
- ROCHA, G. R.; VAZ, D. V. **Mudança tecnológica e polarização do emprego no Brasil**. Dissertação (Mestrado em Economia e Desenvolvimento) – Escola Paulista de Política, Economia e Negócios, Universidade Federal de São Paulo, Osasco, 2021.
- ROCHA, R.; VAZ, D. V. Indústria 4.0 e a polarização do emprego no Brasil. In: **ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA**, 48., 2020, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: ANPEC, 2020.
- SOUSA, R. A. F. de; NASCIMENTO, P. A. M. M. **Perfil e dinâmica do emprego em telecomunicações no Brasil entre 1998 e 2011**. Rio de Janeiro: IPEA, 2012. (Texto para Discussão IPEA, n. 1761).
- WOOLDRIDGE, J. M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. 7. ed. [S.l.]: Cengage Learning, 2017.