



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE SERVIÇO SOCIAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SERVIÇO SOCIAL

GABRIEL FARDIN NOGUEIRA CARREIRA

**JEEP DE GOIANA (PE), UM MONSTRO INTELIGENTE:
INDÚSTRIA 4.0, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, AUTOMAÇÃO CIBERFÍSICA E
EXTRAÇÃO DE MAIS-VALOR NA SMARTFACTORY MAIS MODERNA DO BRASIL**

Recife

2024

GABRIEL FARDIN NOGUEIRA CARREIRA

**JEEP DE GOIANA (PE), UM MONSTRO INTELIGENTE: INDÚSTRIA 4.0,
AUTOMAÇÃO CIBERFÍSICA E EXTRAÇÃO DE MAIS-VALOR NA
SMARTFACTORY MAIS MODERNA DO BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Serviço Social da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Serviço Social.

Orientadora: Profa. Dra. Juliane Feix Peruzzo

Recife
2024

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Fardin, Gabriel.

Jeep de Goiana (PE), um monstro inteligente: indústria 4.0, inteligência artificial, automação ciberfísica e extração de mais-valor na smartfactory mais moderna do Brasil / Gabriel Fardin Nogueira Carreira. - Recife, 2024.

248f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Serviço Social, 2024.

Orientação: Juliane Feix Peruzzo.

Inclui referências.

1. Indústria 4.0; 2. Exploração do Trabalho; 3. Jeep Goiana; 4. Inteligência Artificial; 5. Mais-valia. I. Peruzzo, Juliane Feix. II. Título.

UFPE-Biblioteca Central

GABRIEL FARDIN NOGUEIRA CARREIRA

**JEEP DE GOIANA (PE), UM MONSTRO INTELIGENTE: INDÚSTRIA 4.0,
AUTOMAÇÃO CIBERFÍSICA E EXTRAÇÃO DE MAIS-VALOR NA
SMARTFACTORY MAIS MODERNA DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação de Serviço Social da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Ciências Sociais Aplicadas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Serviço Social. Área de concentração: Serviço Social, Trabalho e Questão Social

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Juliane Feix Peruzzo (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. César Henrique Miranda Coelho Maranhão (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Iuri Tonelo (Examinador Externo)
Universidade Federal da Pernambuco - UFPE

Prof. Dr. Sébastien Antoine (Examinador Externo)
Universidade Federal da Pernambuco - UFPE

Em primeiro lugar, dedico esta pesquisa à classe trabalhadora e à sua enorme capacidade transformadora, que cria com suas mãos e mentes não apenas as condições de sobrevivência da humanidade, mas também as maravilhas da tecnologia que nos levaram à lua. Além disso, carregam para si a capacidade revolucionária de superar o capitalismo e a miséria imposta pela propriedade privada dos meios de produção.

Neste momento em que avança o genocídio na Faixa de Gaza, também presto homenagem especial ao povo palestino e àqueles que se erguem contra o estado sionista de Israel e sua guerra colonial.

Em segundo lugar, dedico esta pesquisa aos trabalhadores, efetivos e terceirizados, da Jeep Goiana. Estes não foram meros objetos de pesquisa, mas, sim, sujeitos participantes das reflexões aqui presentes, além de serem, também, colegas de trabalho com quem compartilhei não apenas o cansaço físico extenuante da ditadura fabril, mas as experiências de contestação, rebeldia e organização contra a exploração cotidiana.

Dedico, também, esta dissertação aos trabalhadores Técnicos-Administrativos em Educação (TAEs) e aos docentes da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e das mais de 60 instituições de pesquisa e ensino da educação federal, que, no momento da conclusão desta dissertação, estão protagonizando uma importante e corajosa greve nacional em defesa da educação pública e dos seus direitos, lutando contra a precarização da educação e enfrentando o pilar neoliberal do atual governo Lula, o Arcabouço Fiscal.

Por fim, dedico esta humilde contribuição ao marxismo, aos meus camaradas da Fração Trotskista, espalhados e aglutinados por todo o mundo, que conspiram incessantemente contra o capitalismo e trabalham cotidianamente para abrir as portas de um futuro sem exploração e opressão, em uma sociedade comunista.

AGRADECIMENTOS

A lista de agradecimentos que segue parte do reconhecimento de que nenhuma obra é fruto puramente de um indivíduo, assim como nenhum indivíduo tem sua consciência alheia às inúmeras influências e trocas subjetivas, materiais e afetivas que a constituem.

Desta forma, no que se refere ao Programa de Pós-Graduação em Serviço Social, agradeço à minha orientadora Juliane Peruzzo, que possibilitou esta dissertação através de seu acompanhamento, das contribuições e confiança em minha personalidade intelectual, me oferecendo especial liberdade ao longo de toda a pesquisa e na elaboração teórica. Agradeço, também, aos meus colegas de sala durante o mestrado, com os quais pude trocar e amadurecer meu conhecimento, além de criar vínculos que, sem dúvida, permanecerão ao longo de toda a vida.

Ainda dentro do campo acadêmico, agradeço à banca docente: Cezar Maranhão, Sebastien Antoine e Iuri Tonelo, cujas contribuições foram inestimáveis para a versão final deste trabalho. Ao Iuri Tonelo, em particular, devo especial agradecimento, para além deste ambiente acadêmico, uma vez que foi este camarada e amigo quem primeiro me apresentou às obras do Marx. A ele devo minha introdução intelectual ao marxismo, para além de tantas contribuições de suas próprias pesquisas que eu empresto nesta dissertação.

Agradeço, também, aos meus camaradas e às minhas camaradas que me acompanham aqui, no Recife, e que compartilham comigo, ombro a ombro, um projeto de vida revolucionário, conspirando em todas as esferas da vida contra as opressões e a exploração do sistema capitalista em que vivemos. Nesta mesma toada, aproveito para agradecer, também, à Fração Trotskista, da qual faço parte, que carrega consigo o que considero ser as melhores contribuições estratégicas do marxismo revolucionário do século XXI, contribuições essas que me formaram na *práxis*.

No âmbito pessoal, agradeço Carolina Melo, pelo apoio e carinho ao longo deste conturbado último ano de escrita. E, por fim, quero agradecer, em especial, e sem nenhuma figura de linguagem, à pessoa sem a qual nada disso seria possível, minha grande amiga que esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis deste percurso: minha mãe, Sônia Fardin.

Morpheus: A Matrix está em todo o lugar, à nossa volta, mesmo agora, nesta sala, você pode vê-la quando olha pela janela, ou quando liga a sua televisão, você sente quando vai para o trabalho, quando vai à igreja, quando paga os seus impostos. É o mundo que foi colocado diante dos seus olhos para que você não visse a verdade.

Neo: Que verdade?

Morpheus: Que você é um escravo, como todo mundo, você nasceu num cativeiro, nasceu numa prisão que não consegue sentir ou tocar, uma prisão para a sua mente. Infelizmente, é impossível dizer o que é a Matrix. Você tem de ver por si mesmo.

Esta é a última chance, depois não há como voltar, se tomar a pílula azul, a história acaba, e você acordará na sua cama acreditando no que quiser acreditar. Se tomar a pílula vermelha, ficará no país da maravilha e eu te mostrarei até onde vai a toca do coelho (THE MATRIX, 1999).

Posso ver a larga faixa de verde sob o muro, sobre ele o claro céu azul, e por todos os lados, a luz solar. A vida é bela. Que as futuras gerações a livressem de todo mal e opressão, e possam desfrutá-la em toda sua plenitude (TRÓTSKI, 1940, s.p.).

RESUMO

Esta dissertação analisa as tendências contemporâneas da indústria 4.0 na indústria de transformação, em particular, o caso da Jeep Goiana (PE), representante da indústria automobilística, fundamentando-se no arcabouço teórico marxista. As grandes transformações tecnológicas de nossa época aplicadas à produção e às intermediações entre capital e trabalho iniciaram-se com o conceito da “Indústria 4.0” em meados de 2009, na Alemanha. Hoje, seu ponto de ruptura apresenta-se através das chamadas “inteligências artificiais” em toda as esferas da sociedade, produção, circulação e reprodução. Esta tendência, em pleno estágio de desenvolvimento, incorpora-se ao quadro internacional de reestruturação produtiva global pós-crise de 2008. Nossa problemática parte, portanto, do questionamento sobre quais as reais transformações que tais tendências impõem, na prática, à relação entre capital e trabalho, no marco das contradições capitalistas da exploração do trabalho. Inaugurada em 2016, a Jeep Goiana nos oferece uma privilegiada oportunidade de investigação, sendo uma das fábricas-modelo da Indústria 4.0 em contexto brasileiro de referência internacional, o que permite, portanto, comparar suas características com os modelos produtivos antecessores, como o fordismo e o toyotismo, no marco do esquema internacional da produção enxuta, assim como as tendências globais colocadas para a indústria 4.0 no ramo fabril automotivo. Sendo assim, nosso objetivo geral, nesta pesquisa, é compreender o emprego das tecnologias da Indústria 4.0 na Jeep Goiana (PE), e suas sinergias para a exploração do trabalho. A partir da investigação do concreto em seu modelo vigente, analisamos também sua interlocução com as características particulares da crise capitalista internacional do neoliberalismo e seu padrão de acumulação questionado pela crise de 2008. Para tal, levantamos os seguintes objetivos: 1. Caracterizar o modelo de Indústria 4.0 da Jeep Goiana e o papel de suas tecnologias que propiciam maior produtividade e eficiência na exploração do trabalho; 2. Compreender a inserção da Jeep Goiana em um contexto regional, nacional e internacional de crise capitalista e de propagação da Indústria 4.0 enquanto uma tendência para aumentar as taxas de acumulação e extração de mais-valia; 3. Analisar as tecnologias 4.0 e suas particularidades no novo modelo fabril “inteligente” enquanto possível nova tendência em curso. Para dar conta de tais objetivos, investigamos, também, as particularidades da Jeep Goiana no

contexto de desenvolvimento desigual e combinado nordestino no território brasileiro, bem como as características concretas das tecnologias que compõem o espaço ciberfísico em seu interior, como *Big Data*, *internet* em nuvem, *internet* das coisas, robótica, automação algorítmica e, finalmente, a inteligência artificial. Do arcabouço teórico marxista, utilizamos obras clássicas de Karl Marx, como *O Capital*, relacionando suas análises sobre a maquinaria capitalista e as relações de produção e exploração capitalista com o arsenal tecnológico contemporâneo da Indústria 4.0. Também utilizamos de autores da sociologia do trabalho, como Ricardo Antunes, para dar conta das tendências de proletarização em curso semeadas pela Indústria 4.0; e as obras de Lúri Tonelo para dar conta do entendimento da crise capitalista e sua relação com o neoliberalismo decadente. A investigação teórica também foi articulada com análise documental de conteúdo de cunho jornalístico e documentos oficiais da Confederação Nacional da Indústria e da Stellantis, de onde também retiramos dados a respeito da Indústria 4.0 e da atual situação econômica, em particular, da indústria automotiva. Nossa análise possibilitou inúmeras relações, conexões e conclusões tendenciais entre o modelo da Indústria 4.0, a crise capitalista internacional e a intensificação da exploração do trabalho. Fazemos, ainda, uma interpretação marxista e reflexões iniciais a respeito das tecnologias da Indústria 4.0 e da inteligência artificial, bem como um traçado processual histórico das aplicações tecnológicas da indústria automotiva fabril, comparando a Jeep Goiana com o parque industrial automotivo internacional, averiguando o incremento tecnológico específico que particulariza a Indústria 4.0 enquanto modelo produtivo. Nossas conclusões apontam para a elevação do trabalho alienado estranhado, elevação da subsunção do trabalho ao capital e suas maquinarias ciberfísicas, elevação da precarização do trabalho, subordinação da economia brasileira ao imperialismo, aprofundamento do desenvolvimento desigual e combinado e a transformação do ordenamento neoliberal do trabalho internacionalmente.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Inteligência Artificial. Jeep Goiana. Exploração do trabalho. Crise capitalista neoliberal.

ABSTRACT

This dissertation analyzes contemporary trends in industry 4.0 in the manufacturing industry, in particular, the case of Jeep Goiana (PE), a representative of the automobile industry, based on the Marxist theoretical framework. The great technological transformations of our time applied to production and in the intermediation between capital and labor began with the concept of Industry 4.0 in mid-2009 in Germany. Today its point of disruption is presented through so-called artificial intelligence in all spheres of society, production, circulation and reproduction. This trend, in full stage of development, is incorporated into the international framework of global productive restructuring after the 2008 crisis. Our problem starts, therefore, from questioning what real transformations such trends impose in practice in the relationship between capital and labor, in landmark of the capitalist contradictions of labor exploitation. Opened in 2016, Jeep Goiana offers us a privileged research opportunity, being one of the industry 4.0 model factories in a Brazilian context of international reference. which therefore allows us to compare its characteristics with previous production models, such as Fordism and Toyotism, within the framework of the international lean production scheme, as well as the global trends set for industry 4.0 in the automotive manufacturing sector. Therefore, our general objective of this research is to understand the use of Industry 4.0 technologies at Jeep Goiana (PE) and their synergies for the exploitation of work. From the investigation of the concrete in its current model, we also analyze its dialogue with the particular characteristics of the international capitalist crisis of neoliberalism and its pattern of accumulation questioned by the 2008 crisis. To this end, we raise the following objectives: 1 - Characterize the industry model 4.0 by Jeep Goiana and the role of its technologies that provide greater productivity and efficiency in labor exploitation; 2 - Understand the insertion of Jeep Goiana in a regional, national and international context of capitalist crisis and the spread of industry 4.0 as a tendency to increase the rates of accumulation and extraction of surplus value; 3 - Analyze 4.0 technologies and their particularities in the new “smart” manufacturing model as a possible new ongoing trend. To achieve these objectives, we also investigated the particularities of Jeep Goiana in the context of uneven development and combined northeastern region in Brazilian territory, as well as the concrete characteristics of the technologies that make up the cyber-physical space

within it, such as Big Data, cloud internet, internet of things, robotics, algorithmic automation and finally artificial intelligence. From the Marxist theoretical framework, we use classic works by Marx, such as “Capital”, relating his analyzes of capitalist machinery and relations of capitalist production and exploitation with the contemporary technological arsenal of industry 4.0. We also use authors from the sociology of work, such as Ricardo Antunes, to explain the ongoing proletarianization trends sown by industry 4.0, and the works of Iuri Tonello to understand the capitalist crisis and its relationship with decadent neoliberalism. The theoretical investigation was also articulated with documentary analysis of journalistic content and official documents from the National Confederation of Industry and Stellantis, from which we also obtained data regarding industry 4.0 and the current economic situation, in particular, the automotive industry. Our analysis enabled numerous relationships, connections and trend conclusions between the industry 4.0 model, the international capitalist crisis and the intensification of labor exploitation. We also make a Marxist interpretation and initial reflections regarding industry 4.0 technologies and artificial intelligence, as well as a historical procedural outline of technological applications in the automotive manufacturing industry, comparing Jeep Goiana with the international automotive industrial park, investigating the increase specific technology that characterizes industry 4.0 as a production model. Our conclusions point to the rise of estranged alienated work, the rise of the subsumption of work under capital and its cyber-physical machinery, the rise of precarious work, the subordination of the Brazilian economy to imperialism, the deepening of unequal and combined development, and the transformation of the order neo-liberal labor movement internationally.

Keywords: Industry 4.0. Artificial intelligence. Jeep Goiana. Exploitation of work. Neoliberal capitalist crisis.

RESUMEN

Esta disertación analiza las tendencias contemporáneas de la industria 4.0 en la industria manufacturera, en particular, el caso de Jeep Goiana (PE), representante de la industria automotriz, con base en el marco teórico marxista. Las grandes transformaciones tecnológicas de nuestro tiempo aplicadas a la producción y a la intermediación entre capital y trabajo comenzaron con el concepto de Industria 4.0 a mediados de 2009 en Alemania. Hoy su punto de disrupción se presenta a través de la llamada inteligencia artificial en todos los ámbitos de la sociedad, la producción, la circulación y la reproducción. Esta tendencia, en pleno desarrollo, se incorpora al marco internacional de reestructuración productiva global posterior a la crisis de 2008. Nuestro problema parte, por tanto, de cuestionar qué transformaciones reales imponen tales tendencias en la práctica en la relación entre capital y trabajo, en términos históricos. de las contradicciones capitalistas de la explotación laboral. Inaugurada en 2016, Jeep Goiana nos ofrece una oportunidad privilegiada de investigación, siendo una de las fábricas de modelos de la industria 4.0 en el contexto brasileño de referencia internacional. lo que permite por tanto comparar sus características con modelos productivos anteriores, como el Fordismo y el Toyotismo, en el marco del esquema internacional de producción ajustada, así como las tendencias globales marcadas por la industria 4.0 en el sector de fabricación de automóviles. Por tanto, nuestro objetivo general de esta investigación es comprender el uso de las tecnologías de la Industria 4.0 en Jeep Goiana (PE) y sus sinergias para la explotación del trabajo. Desde la investigación de lo concreto en su modelo actual, analizamos también su diálogo con las características particulares de la crisis capitalista internacional del neoliberalismo y su patrón de acumulación cuestionado por la crisis de 2008. Para ello, nos planteamos los siguientes objetivos: 1-. Caracterizar el modelo de industria 4.0 de Jeep Goiana y el papel de sus tecnologías que brindan mayor productividad y eficiencia en la explotación laboral; 2 - Comprender la inserción del Jeep Goiana en un contexto regional, nacional e internacional de crisis capitalista y de expansión de la industria 4.0 como una tendencia a aumentar las tasas de acumulación y extracción de plusvalía; 3 - Analizar las tecnologías 4.0 y sus particularidades en el nuevo modelo de fabricación “inteligente” como posible nueva tendencia actual. Para alcanzar estos objetivos, también investigamos las particularidades del Jeep Goiana en el contexto de

desarrollo desigual y combinado del Nordeste en territorio brasileño, así como las características concretas de las tecnologías que conforman el espacio ciberfísico en su interior, como el Big Data, el internet en la nube, el internet de las cosas, la robótica, la automatización algorítmica y finalmente la inteligencia artificial. Desde el marco teórico marxista, utilizamos obras clásicas de Marx, como “El Capital”, relacionando sus análisis de la maquinaria capitalista y las relaciones de producción y explotación capitalistas con el arsenal tecnológico contemporáneo de la industria 4.0. También utilizamos autores de la sociología del trabajo, como Ricardo Antunes, para explicar las actuales tendencias de proletarización sembradas por la industria 4.0, y los trabajos de Iuri Tonelo para comprender la crisis capitalista y su relación con el neoliberalismo decadente. La investigación teórica también se articuló con análisis documental de contenidos periodísticos y documentos oficiales de la Confederación Nacional de la Industria y Stellantis, de los cuales también obtuvimos datos sobre la industria 4.0 y la situación económica actual, en particular, la industria automotriz. Nuestro análisis permitió numerosas relaciones, conexiones y conclusiones de tendencias entre el modelo de industria 4.0, la crisis capitalista internacional y la intensificación de la explotación laboral. También hacemos una interpretación marxista y reflexiones iniciales sobre las tecnologías de la industria 4.0 y la inteligencia artificial, así como un esquema histórico de las aplicaciones tecnológicas en la industria automotriz, comparando el Jeep Goiana con el parque industrial automotriz internacional, investigando el incremento tecnológico específico que caracteriza La industria 4.0 como modelo productivo. Nuestras conclusiones apuntan al aumento del trabajo alienado, el aumento de la subsunción del trabajo bajo el capital y su maquinaria ciberfísica, el aumento del trabajo precario, la subordinación de la economía brasileña al imperialismo, la profundización del desarrollo desigual y combinado, y la transformación del orden del movimiento obrero neoliberal a nivel internacional.

Palabras clave: Industria 4.0. Inteligencia artificial. Jeep Goiana. Explotación del trabajo. Crisis capitalista neoliberal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão aérea da planta do complexo industrial da Jeep Goiana	13
Figura 2 - Layout meramente ilustrativo do galpão da FCA no Supply Park	17
Figura 3 - Visão aérea da planta da linha de produção da fábrica da Jeep Goiana	18
Figura 4 - Layout meramente ilustrativo do galpão de solda da fábrica da Jeep Goiana	19
Figura 5 - Robôs da linha de produção autônoma do galpão de solda da Jeep Goiana (I)	20
Figura 6 - Robôs da linha de produção autônoma do galpão de solda da Jeep Goiana (II)	20
Figura 7 - Layout meramente ilustrativo do galpão de prensas da fábrica da Jeep Goiana	21
Figura 8 - Posto de operação do galpão de prensas da fábrica da Jeep Goiana	22
Figura 9 - Prensa automatizada do galpão de prensas da fábrica da Jeep Goiana	22
Figura 10 - Layout meramente ilustrativo do galpão da pintura da fábrica da Jeep Goiana	23
Figura 11- Fase de mergulho da linha de pintura na fábrica da Jeep Goiana	23
Figura 12 - Robôs autônomos da linha de pintura da fábrica da Jeep Goiana	24
Figura 13 - Estação de operações manuais de acabamento da linha de pintura da fábrica da Jeep Goiana	24
Figura 14 - Layout meramente ilustrativo da linha de montagem da fábrica da Jeep Goiana	25
Figura 15 - Estação de operações manuais da linha de montagem da fábrica da Jeep Goiana (I)	26
Figura 16 - Estação de operações manuais da linha de montagem da fábrica da Jeep Goiana (II)	26
Figura 17 - Tabela com taxa de automação na produção de carrocerias nas automobilísticas	28
Figura 18 - Tabela de itens tecnológicos da indústria 4.0 utilizados na indústria brasileira em 2018	47
Figura 19 - Tabela de itens tecnológicos da indústria 4.0 utilizados na indústria brasileira em 2021	50
Figura 20 - Comparativo entre o volume das economias globais em dólar.	79

Figura 21 - Tabela com a taxa de crescimento do PIB real das economias emergentes	120
Figura 22 - Imagem da Nova Rota da Seda chinesa	125
Figura 23 - Tabela com comparação entre Acordos Coletivos de Trabalho entre a FCA Goiana-PE e Betim-MG	174

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico de massa salarial real na indústria brasileira do relatório de Indicadores Econômicos Industriais da CNI, de outubro de 2023	41
Gráfico 2 - Gráfico de emprego na indústria brasileira do relatório de Indicadores Econômicos Industriais da CNI de outubro de 2023	42
Gráfico 3 - Gráfico com faturamento real da indústria brasileira do relatório de Indicadores Econômicos Industriais da CNI de outubro de 2023	43
Gráfico 4 - Gráfico de aquisição de ativos imobilizados da indústria automobilística brasileira	44
Gráfico 5 - Gráfico com investimentos em pesquisa e desenvolvimento da indústria automobilística brasileira	45
Gráfico 6 - Gráfico com os objetivos de uso das tecnologias da indústria 4.0 utilizados na indústria brasileira	46
Gráfico 7 - Gráfico com fatores estimulantes e desestimulantes para investimento em tecnologias da indústria 4.0 na indústria brasileira	49
Gráfico 8 - Gráfico com quantidade de itens da indústria 4.0 utilizados na indústria brasileira	51
Gráfico 9 - Gráfico de quantidade de itens de tecnologia da indústria 4.0 utilizados na indústria brasileira por ramo	53
Gráfico 10 - Gráfico dos empecilhos para adoção de tecnologias da indústria 4.0 na indústria brasileira segundo empresários industriais	54
Gráfico 11 - Gráfico de saldo de empregos formais na indústria brasileira entre 2017 e 2020	56
Gráfico 12 - Gráfico de adoção de força de trabalho intermitente por atividade industrial	57
Gráfico 13 - Gráfico com série histórica de aberturas de estabelecimentos formais da indústria automobilística brasileira	57
Gráfico 14 - Gráfico com série histórica de empregos formais na indústria automobilística brasileira	58
Gráfico 15 - Gráfico com série histórica de empregos formais na indústria automobilística brasileira por nível de escolaridade	59
Gráfico 16 - Gráfico com série histórica de aberturas de estabelecimentos formais da indústria automobilística brasileira por porte	60

Gráfico 17 - Gráfico com série histórica de empregos formais na indústria automobilística brasileira por nível de escolaridade em porcentagem	61
Gráfico 18 - Gráfico com série histórica de exportação de bens da indústria automobilística brasileira em US\$	62
Gráfico 19 - Gráfico com percepção de aumento de custo das operações de transporte frente a crise logística internacional (I)	65
Gráfico 20 - Gráfico com percepção de aumento de custo das operações de transporte frente a crise logística internacional (II)	66
Gráfico 21 - Gráfico com percepção de piora na dificuldade de operações de transporte frente a crise logística internacional por região continente	67
Gráfico 22 - Gráfico com crescimento da inflação mundial com referência a pandemia e a guerra na Ucrânia, em %	68
Gráfico 23 - Gráfico com aumento do custo de produção da indústria brasileira	69
Gráfico 24 - Gráfico com evolução das quantidades exportadas, aquisição de matéria prima, demanda e número de empregos da indústria brasileira	70
Gráfico 25 - Gráfico com evolução do Índice de Condições Atuais da indústria brasileira	71
Gráfico 26 - Gráfico com evolução da expectativa de investimento da indústria brasileira	72
Gráfico 27 - Gráfico com participação no PIB nacional da indústria automobilística brasileira, em %	72
Gráfico 28 - Gráfico com participação no PIB nacional da indústria brasileira total, em %	73
Gráfico 29 - Gráfico com valor adicionado pela indústria de transformação brasileira total, em %	89
Gráfico 30 - Gráfico de exportação de produtos informacionais e de tecnologia	90
Gráfico 31 - Gráfico de composição orgânica do capital, taxa de lucro e mais-valia	91
Gráfico 32 - Evolução comparada de utilização de robôs na indústria automotiva do Japão, EUA e Alemanha	93
Gráfico 33 - Evolução comparada de empregos na indústria automotiva do Japão, EUA e Alemanha	94
Gráfico 34 - Evolução comparada da quantidades de trabalhadores blue-collar na indústria automotiva do Japão, EUA e Alemanha	95
Gráfico 35 - Evolução comparada da quantidades de trabalhadores especializados	

na indústria automotiva do Japão, EUA e Alemanha	114
Gráfico 36 - Gráfico com a diferença do custo unitário da força de trabalho entre os anos 2018 e 2019, em %	117
Gráfico 37 - Gráfico com a evolução do Índice de Confiança do Empresário na Indústria brasileira (ICEI)	118
Gráfico 38 - Gráfico da taxa de lucro das 500 maiores empresas de capital aberto no Brasil	119
Gráfico 39 - Gráfico com a taxa de crescimento do PIB mundial	121
Gráfico 40 - Gráfico com a taxa de crescimento do PIB mundial com projeção até 2028	126
Gráfico 41 - Gráfico com a série histórica comparada do PIB da China e dos EUA	148
Gráfico 42 - Gráfico com a série histórica comparada do Estoque de Fundo Industrial da Ásia, Américas e Europa, em %	127
Gráfico 43 - Gráfico com a série histórica comparada do aumento de conflitos militares internacionais por continentes	128
Gráfico 44 - Gráfico com comparação entre vínculos industriais nos municípios próximos de Goiana-PE	191
Gráfico 45 - Gráfico com série histórica de vínculos trabalhistas por setor no município de Goiana-PE	192

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 SOBRE O PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO E A PROBLEMÁTICA DE INVESTIGAÇÃO	4
2 O CASO DA JEEP GOIANA E A INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL	12
2.1 ROBÔS INTELIGENTES E TRABALHADORES AUTOMATIZADOS: UM PERCURSO PELOS GALPÕES INTERNOS DA PRODUÇÃO.....	16
2.2 UM PANORAMA COMPARATIVO ENTRE A JEEP GOIANA E AS GRANDES AUTOMOBILÍSTICAS MUNDIAIS	27
2.3 <i>LEAN MANUFACTURING</i> E A INDÚSTRIA 4.0 NAS AUTOMOBILÍSTICAS MUNDIAIS	32
2.4 O LUGAR DA JEEP GOIANA E DA INDÚSTRIA 4.0 NO PARQUE INDUSTRIAL BRASILEIRO	40
2.5 CRISE ECONÔMICA E LOGÍSTICA, CONFLITOS GEOPOLÍTICOS E INSTABILIDADE INTERNACIONAL COMO DETERMINANTES PARA O MODELO 4.0	61
3 O CONTEXTO INTERNACIONAL DE REESTRUTURAÇÃO PRODUTIVA E A INDÚSTRIA 4.0	78
3.1 A ORIGEM INTERNACIONAL DO CONCEITO DE INDÚSTRIA 4.0 NO BOJO DO CENÁRIO INTERNACIONAL PÓS-CRISE 2008 E A REESTRUTURAÇÃO PRODUTIVA GLOBAL	80
3.2 COMPETIÇÃO E CONCORRÊNCIA INTERCAPITALISTA PÓS-CRISE DE 2008 E A ASCENSÃO DA POTÊNCIA CHINESA	88
3.3 CONTINUIDADES E DESCONTINUIDADES DA ACUMULAÇÃO FLEXÍVEL NA REESTRUTURAÇÃO PRODUTIVA GLOBAL EM MEIO À DECADÊNCIA NEOLIBERAL	105
4 A ANATOMIA DE UM MONSTRO CIBERFÍSICO: UMA ANÁLISE MARXISTA DA PRODUÇÃO ENXUTA DA JEEP GOIANA E A INDÚSTRIA 4.0	135

4.1	AS LINHAS DE PRODUÇÃO AUTOMOTIVAS ENQUANTO UM PRODUTO HISTÓRICO DO CAPITALISMO	137
4.2	A SINERGIA DAS TECNOLOGIAS E PRECEITOS DA INDÚSTRIA	
4.0	151
4.3	UMA INTERPRETAÇÃO MARXISTA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ENQUANTO AUTOMAÇÃO ALGORÍTMICA DA RACIONALIZAÇÃO CAPITALISTA DO PROCESSO PRODUTIVO	156
4.4	A “QUESTÃO NORDESTINA” COMO PALCO DA INDÚSTRIA 4.0: A DISTOPIA CAPITALISTA NO CANAVIAL DO NORDESTE BRASILEIRO	172
4.5	JEEP GOIANA: UM PRODUTO CATALISADOR DO DESENVOLVIMENTO DESIGUAL E COMBINADO PERNAMBUCANO	185
4.6	JEEP GOIANA, UM MONSTRO INTELIGENTE DEVORADOR DE TRABALHO VIVO.....	198
	5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	210
	REFERÊNCIAS	219
	GLOSSÁRIO	227

1 INTRODUÇÃO

A Indústria 4.0 se tornou tema de debate internacional após a crise de 2008, na medida em que as tecnologias informacionais de comunicação (TICs) ganharam destaque nas transformações do trabalho, utilizando promessas ambiciosas de transformação social e econômica. As consequências de tais transformações podem ser sentidas e visualizadas no dia a dia, pois afetam as relações de trabalho, ganhando holofotes a partir do trabalho plataformizado, que alterou as relações entre capital e trabalho mundialmente, especialmente na esfera da circulação, nos setores de serviços e logístico. Porém, as transformações na esfera produtiva industrial parecem seguir um ritmo próprio, muito menos à vista da percepção imediata. Apesar disso, é justamente onde as promessas da substituição do trabalho humano pela automação inteligente se vê difundida em larga escala por autores entusiastas da Indústria 4.0. A este cenário, soma-se o desenvolvimento da Inteligência Artificial, aonde se voltam também os holofotes da sociedade, interessada em seus rápidos avanços, os quais, por sua vez, geram amplo debate sobre sua natureza, seu potencial disruptivo e suas funcionalidades prática e econômica. Nossa problemática parte, portanto, de questionar quais as reais transformações que tais tendências impõem na prática da relação entre capital e trabalho, no marco das contradições do modo de produção capitalista. Neste sentido, buscamos, neste trabalho, adentrar no tema da Indústria 4.0 aplicada à esfera produtiva industrial, buscando compreender o movimento real do uso das tecnologias na exploração do trabalho que está em curso.

Para tal, é necessária uma avaliação crítica das afirmações e expectativas em torno do modelo da Indústria 4.0 e da origem decisiva da sua eficiência no que diz respeito à substituição da força de trabalho, bem como da relação de suas tecnologias com a atividade humana na produção de valor e aumento da produtividade. Pois, em um primeiro momento, apesar dos fatos contradizerem as tendências mais drásticas esperadas pela aplicação da Indústria 4.0, o sucesso econômico em termos de lucratividade e eficiência pela Jeep em Goiana é inegável. De tal modo, o objetivo geral desta pesquisa é compreender o emprego das tecnologias da Indústria 4.0 na Jeep Goiana (PE), e suas sinergias para a exploração do trabalho.

A investigação das tecnologias da Indústria 4.0 na Jeep Goiana pode contribuir para revelar parte das lacunas que seguem para o conhecimento teórico a esse respeito, um empreendimento tão relevante, sobre o qual ainda há pouca investigação e poucos estudos buscando compreender, nos processos práticos, a utilização das tecnologias da Indústria 4.0, sua relação com o trabalho humano e seus mecanismos de acumulação de capital. Desta forma, levantamos os seguintes objetivos específicos: 1. Caracterizar o modelo de indústria 4.0 da Jeep Goiana e o papel de suas tecnologias que propiciam maior produtividade e eficiência na exploração do trabalho; 2. Compreender a inserção da Jeep Goiana em um contexto regional, nacional e internacional de crise capitalista e de propagação da Indústria 4.0 enquanto uma tendência para aumentar as taxas de acumulação e extração de mais-valia; 3. Analisar as tecnologias 4.0 e as suas particularidades no novo modelo fabril “inteligente” enquanto possível nova tendência em curso.

Para corresponder a tais objetivos realizamos, portanto, uma investigação teórica, partindo do referencial teórico e metodológico do materialismo histórico e dialético, sobre o emprego das tecnologias da Indústria 4.0 na Jeep Goiana (PE) e suas sinergias na exploração do trabalho. O intuito de tal investigação foi compreender se e como tais tecnologias constituem um novo modelo fabril particular que se distingue dos modelos fordista e toyotista vigentes até então, e sua relação com uma maior eficiência na exploração da força de trabalho e na extração de mais valia.

O interesse pela pesquisa da Jeep Goiana surgiu enquanto tivemos a oportunidade de trabalhar em suas instalações durante cerca de quatro meses, em uma empresa terceirizada que presta serviços para equipamentos informacionais. Durante nossa estadia em suas instalações, foi possível ter contato direto com grande parte de sua cadeia produtiva, transitando entre seus inúmeros galpões, não apenas da linha de montagem mas também pelo parque de fornecedores.

Carregando a experiência de quase 8 anos de trabalho no contexto industrial e fabril¹, inclusive automobilístico, conjugada à formação de sociólogo, a vivência no espaço produtivo da Jeep Goiana nos permitiu refletir acerca das relações de

¹ Esta experiência profissional se deu majoritariamente na indústria de transformação de pequeno, médio e grande porte, passando por grandes multinacionais automobilísticas, em distintas funções, como linha de produção, operação de máquinas e suporte informacional dos equipamentos integrados ao chão de fábrica. Tal experiência permitiu não somente compreender desde o ambiente interno e as relações fabris, como também acompanhar de perto processos de aplicação da Indústria 4.0, desde a assimilação dos conceitos até aplicação no contexto produtivo.

trabalho e da utilização das tecnologias 4.0 particulares que ali eram aplicadas, abrindo espaço para valiosas conclusões acerca deste tema. Trata-se de uma rara oportunidade de um cientista social adentrar e conviver nas relações de trabalho de um processo produtivo fabril, ainda mais excepcional em se tratando de um dos modelos de referência da indústria 4.0 internacional. Desta forma, aproveitar esta oportunidade e o arcabouço teórico do marxismo para avaliar e viver esta experiência de forma crítica mostrou-se potencialmente revelador sobre a Indústria 4.0 no contexto brasileiro, podendo, assim, contribuir para o enriquecimento dos debates teóricos do Serviço Social, que bebem da fonte do marxismo para compreensão das desigualdades latentes na sociedade capitalista, e os impactos contemporâneos da tecnologia na transformação das relações sociais e na acumulação de capital.

No interior da Jeep Goiana, o contraste entre as riquezas produzidas na forma de automóveis e os baixos salários e as extenuantes jornadas de trabalho era constantemente expresso nas falas cotidianas dos trabalhadores. Essa precarização do trabalho se contrasta com a maquinaria robotizada e os processos ciberfísicos em relação ao enorme contingente de força de trabalho empregada nessas instalações. Desta forma, também despertando inevitável questionamento a respeito do real papel empregado pelas tecnologias da Indústria 4.0. Neste sentido, esta pesquisa foi motivada pelo anseio de traduzir e assimilar esta experiência empírica lançando mão de um arcabouço teórico para enriquecer o entendimento marxista acerca da reestruturação produtiva em curso, que tem como face a Indústria 4.0.

Atualmente, a Jeep Goiana é considerada uma das fábricas mais modernas do mundo, seguindo – desde a sua concepção – os conceitos da Indústria 4.0. Inaugurada em 2016, atingiu os mais altos índices de produtividade e qualidade do grupo Stellantis, um dos maiores monopólios automobilísticos globais. Tais características conferem à Jeep Goiana qualidades ímpares para realização dessa pesquisa. Embora a Jeep circunscreva nossa investigação no ramo automobilístico, trata-se de uma cadeia produtiva bastante complexa, com inúmeros processos de alto valor agregado, nos quais as transformações qualitativas de produtividade podem revelar tendências em potencial para o curso da adoção do modelo da Indústria 4.0 globalmente.

Tal modelo é concebido como parte do que vem se chamando no meio empresarial de Quarta Revolução Industrial. Os entusiastas de tal previsão advogam

que o mundo estaria passando por uma grande transformação tecnológica que poderá impactar rapidamente todas as esferas sociais e econômicas. Entretanto, estudos marxistas apontam que já existem tendências fortemente apresentadas na realidade para identificarmos um processo de reestruturação produtiva global, desatado após a crise de 2008, conformando uma etapa capitalista de recessão econômica global, com a decadência do padrão de acumulação até então vigente.

Nosso objeto, neste sentido, também carrega a particularidade de estar delimitado em um país latino-americano e em uma região onde se concentram contradições sociais e econômicas, o Nordeste. Uma vez que o modelo da Indústria 4.0 é concebido primeiramente na Alemanha, um país imperialista, considerado altamente desenvolvido, a oportunidade de investigar tal modelo se instalando em um país periférico como o Brasil também pode nos trazer pistas referentes à exportação do modelo 4.0 ao redor do globo, assim como sua relação com a exploração do trabalho.

1.1 SOBRE O PERCURSO TEÓRICO-METODOLÓGICO E A PROBLEMÁTICA DE INVESTIGAÇÃO

Uma década depois do surgimento do conceito de Indústria 4.0, na Alemanha, e da elaboração do relatório estratégico alemão para o desenvolvimento industrial, elaborado por Kagermann *et al.* (2013) – quando o conceito ganha impulso para tornar-se um projeto político econômico a ser exportado, popularizando-se através do livro *A Quarta Revolução Industrial*, de Klaus Schwab (2017) –, as transformações produtivas com aplicação de tecnologia informacional e digital parecem estar ganhando impulso com as inteligências artificiais generativas, após o grande impacto da economia de plataforma nas relações trabalhistas do

setor de serviços, que, até então, não haviam sido subsumidos² por monopólios transnacionais.

As transformações no mundo do trabalho para os motoristas por aplicativos, entregadores e muitas outras profissões que circulavam pela economia capitalista de forma autônoma, liberal, ou em associações e pequenas empresas, ganharam os holofotes da crítica da precarização do trabalho. E não poderia ter sido diferente. Em uma cartada tecnológica, aproveitando-se da larga alienação estranhada da sociedade para com os códigos informacionais e algoritmos, escondidos em aparelhos de telecomunicação pessoais, rasgou-se décadas de luta do proletariado em conquistas de direitos trabalhistas.

Neste exato momento, as inteligências artificiais generativas ameaçam realizar algo muito similar com o trabalho imaterial, intelectual, artístico e criativo, extremamente atravessado pelos vínculos autônomos de trabalho. A subsunção em curso de profissões como editores, programadores, médicos, advogados, artistas digitais, ilustradores, dentre muitos outros, é uma realidade possível, latente, e à espreita apenas um ano depois do lançamento do Chat GPT para o grande público, a primeira IA generativa a romper os horizontes da automação da linguagem escrita humana, abrindo caminho para praticamente todas as outras formas de linguagem.

Klaus Schawb (2017) alertava em seu livro para as rápidas transformações que poderiam advir da revolução digital em curso. Porém, seus prognósticos genéricos estavam muito longe do que de fato vem se concretizando. Apesar das menções à economia de plataforma enquanto um ramo que, na época, se apresentava apenas promissor, Klaus Schawb (2017) compilou uma grande gama de tecnologias em desenvolvimento, com um único prognóstico concreto e equivocado, a substituição do trabalho humano através da tecnologia, começando pelas atividades laborativas mais simples.

² “Na maquinaria, o trabalho objetivado se contrapõe materialmente ao trabalho vivo como o poder dominante e como subsunção ativa deste a si, não só por meio da apropriação do trabalho vivo, mas no próprio processo real de produção; a relação do capital como valor que se apropria da atividade valorizadora é posta no capital fixo, que existe como maquinaria, ao mesmo tempo como a relação do valor de uso do capital com o valor de uso da capacidade de trabalho; o valor objetivado na maquinaria aparece, ademais, como um pressuposto, diante do qual o poder valorizador da capacidade de trabalho individual desaparece como algo infinitamente pequeno; por meio da produção em massas enormes, que é posta pela maquinaria, desaparece igualmente do produto qualquer relação com a necessidade imediata do produtor e, em consequência, com o valor de uso imediato; na forma como o produto é produzido e nas condições em que é produzido já está posto que ele é produzido exclusivamente como portador de valor, e seu valor de uso é simples condição para isso” (Marx, 2011, p. 931).

Esta velha obsessão que paira no imaginário fantasioso do desenvolvimento tecnológico no capitalismo, representado tantas vezes nas telas do cinema, mais uma vez não se comprovou com a reestruturação produtiva em curso e a aplicação tecnológica mais avançada da atualidade, de tal forma que, em meio a revolução das IAs, Schawb está esquecido, assim como a Quarta Revolução Industrial e, em certa medida, a origem da Indústria 4.0.

Ao contrário da substituição e eliminação do trabalho vivo, um dos primeiros impactos mais evidentes da aplicação das modernas tecnologias informacionais na economia foi a multiplicação de um enorme exército de trabalhadores precarizados, sem direitos trabalhistas, que executam funções cotidianas, como dirigir veículos, motocicletas e até mesmo bicicletas. Este fenômeno que tem sido designado de uberização do trabalho vem sendo objeto de investigação crítica de inúmeros ramos de pesquisa e produção intelectual crítica, enquanto aparentemente a indústria propriamente dita, ironicamente, perdeu seu lugar na visibilidade da Indústria 4.0. Em nossa pesquisa, nos deparamos algumas vezes com as afirmações de que pouco se tem estudado seriamente, e com rigor empírico, como os preceitos e tecnologias da Indústria 4.0 vêm sendo instaladas no setor industrial fabril, e com quais finalidades (Krzywdzinski, 2021).

Embora as projeções de Schawb (2017) tenham sido levianas, o estado alemão tinha fundamentos mais concretos, realistas e estratégicos do que a fantasia da eliminação do proletariado das linhas de produção. No relatório elaborado por Kagermann *et al.* (2013), a chave do desenvolvimento da Indústria 4.0 estava não na transformação do mundo do trabalho em si mesmo, mas, sim, nas transformações geopolíticas globais, com a ascensão da economia chinesa, a crise da hegemonia norte-americana e o acirramento da concorrência capitalista interimperialista.

Embora os impactos da adição tecnológica à indústria – em particular a de transformação – estejam menos visíveis a olhos nus e menos aparente à sociedade em geral, a Indústria 4.0 é uma realidade, a despeito das afirmações de Schawb (2017). Em seu próprio ritmo, a disrupção da indústria nos foge como foco de atenção, não somente porque apresenta um ritmo mais lento de transformação, se comparado com os serviços que em poucos anos foi atingido pelo *boom* dos aplicativos, mas também porque seu desenvolvimento é anterior ao próprio conceito

de Indústria 4.0, se informatizando e interconectando desde os anos 1990, como nos revela a pesquisa de Krzywdzinski (2021).

De fato, nossa pesquisa demonstra muitos limites para uma dita “Quarta Revolução Industrial” a curto prazo, tal como premeditou Schwab (2016). Porém, as tecnologias 4.0, como a *Big Data*, a *internet* em nuvem, a *internet* das coisas e a inteligência artificial, integradas à maquinaria automatizada, vêm produzindo unidades produtivas qualitativamente particulares em relação ao fordismo e ao toyotismo. É nesse contexto que nossa investigação se encontra com a Jeep Goiana em Pernambuco.

A antiga Fiat, que passou a ser Jeep, e agora atende pela multinacional Stellantis, terminou de instalar seu complexo produtivo em Goiana-PE, em 2016. Concebida para agregar os elementos tecnológicos mais avançados da Indústria 4.0, este megacomplexo industrial automotivo, com 14 mil trabalhadores, é uma referência internacional em Indústria 4.0, quebrando paradigmas internacionais de produtividade na exploração do trabalho. Tudo isso em meio a um canavial, em um município na Zona da Mata de Pernambuco, onde, até então, o plantio e corte de cana eram as atividades predominantes da região.

A possibilidade de estudar este megaempreendimento pode então revelar o que de fato vem se dando na prática da Indústria 4.0 em seu ponto de origem, nas atividades industriais fabris. Nossa investigação, portanto, começa antes mesmo de iniciarmos o curso no Programa de Pós-Graduação em Serviço Social, na UFPE; isto é, começa com a oportunidade de trabalhar no interior da Stellantis durante cerca de quatro meses, onde pudemos conhecer parte considerável de suas instalações, praticamente toda a linha de produção, interagindo com os equipamentos informacionais cotidianamente. As observações e experiências vividas neste período é o primeiro momento empírico que desperta nossa pesquisa e nos auxilia em nossa investigação teórica.

A fim de compreender o que o modelo de Indústria 4.0 da Jeep Goiana pode nos revelar a respeito da reestruturação produtiva em curso e, em especial, a respeito da Indústria 4.0, em um território e realidade tão distintos de seu nascimento germânico, estruturamos nossa dissertação da seguinte forma.

Para a investigação e a exposição do estudo, adotamos o materialismo histórico-dialético enquanto método. Assim, buscamos extrair as múltiplas determinações presentes no objeto de estudo, sua base material empírica e técnica,

relacionando-o com a totalidade das relações sociais, políticas e econômicas, regionais, nacionais e internacionais que o determinam.

Uma vez tomado o marxismo como arcabouço teórico e metodológico de nossa investigação, partimos da inexistência da neutralidade teórica e assumimos a perspectiva crítica do proletariado para a nossa análise. Neste sentido, nossa investigação busca enriquecer a teoria marxista sobre as relações de exploração capitalista na ambição da transformação social anticapitalista.

Para o desenvolvimento de nosso estudo, cuja base é qualitativa, os aspectos históricos e teóricos foram articulados por meio de dois procedimentos metodológicos fundamentais: pesquisa bibliográfica e pesquisa documental. A análise documental se deu especialmente através de dados e relatórios oficiais públicos fornecidos pela Stellantis e pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), disponíveis no *site* do Portal da Indústria.

Referente à pesquisa documental, partimos de dados secundários disponíveis, matérias jornalísticas, pesquisas em *sites* oficiais de empresas e sindicatos. Contamos, também, com observações realizadas no interior da Jeep Goiana, uma vez que o pesquisador teve oportunidade de trabalhar durante quatro meses nesta fábrica antes de iniciar as pesquisas.

Quanto às pesquisas bibliográficas, partimos do acúmulo bibliográfico marxista, desde obras clássicas de Marx (2014; 2011), como *O Capital*, desenvolvendo os conceitos marxistas como a mais-valia, a mais-valia relativa³, as relações de trabalho na indústria moderna, as relações de trabalho objetivadas na maquinaria enquanto trabalho morto, o papel da tecnologia e da técnica na exploração do trabalho, a luta de classes e a composição orgânica do capital. Passamos, também, por autores marxistas clássicos, como Ernest Mandel (1978), com sua obra *O Capitalismo Tardio*, e Leon Trotsky (2013), com suas elaborações sobre o desenvolvimento desigual e combinado. Utilizamos, ainda, elaborações marxistas contemporâneas que vêm investigando as transformações da relação entre capital e trabalho a partir da crise de 2008 e o emprego das novas tecnologias, como Ricardo Antunes (2020; 2023), Iuri Tonelo (2020; 2021), Augusto Pinto (2020;

³ “O mais-valor obtido pelo prolongamento da jornada de trabalho chamo de mais-valor absoluto; o mais-valor que, ao contrário, deriva da redução do tempo de trabalho necessário e da correspondente alteração na proporção entre as duas partes da jornada de trabalho chamo de mais-valor relativo” (Marx, 2014, p. 485).

2023) e Ricardo Festi (2020), cujas obras mais relevantes sobre o tema se encontram nos livros *Uberização, Trabalho Digital e Industrial 4.0* e *Icebergs à deriva, o trabalho nas plataformas digitais*. Com este arcabouço teórico, buscamos também confrontar criticamente uma das elaborações teóricas reconhecidas por popularizar o ufanismo à Indústria 4.0, *A Quarta Revolução Industrial*, de Klaus Schwab (2016), assim como outras elaborações de cunho empresarial que visam disseminar a implementação deste modelo. Utilizamos, também, artigos acadêmicos já publicados que abordam este tema e nosso objeto.

Através da análise do modelo de Indústria 4.0 adotado no complexo industrial da FCA (Fiat Chrysler) em Pernambuco, a Jeep Goiana, avaliamos que foi possível encontrar pistas de como a chamada Quarta Revolução Industrial busca objetivamente criar contratendência à crise econômica mundial na busca de recomposição relativa da taxa de extração de mais valor e da elevação das taxas de lucros no atual contexto de competição capitalista. Para isso, investigamos quais são os fatores e mecanismos utilizados no emprego e integração das tecnologias, especialmente inerentes ao modelo da Indústria 4.0, que de fato permitem elevar a acumulação de capital e a produtividade fabril e que podem ser analisadas no complexo industrial da Stellantis, em Goiana-PE.

Compreender como as tecnologias da chamada Quarta Revolução Industrial associadas são capazes de aumentar a acumulação de capital, ou até mesmo a produtividade, é crucial, não somente para verificar na realidade a viabilidade da Indústria 4.0 em se mostrar uma contratendência para a crise de 2008, mas também para ponderar as intensidades reais das expectativas e teses que advogam pela substituição do trabalho humano pela automação enquanto uma tendência inexorável, e quais seriam também os cenários intermediários possíveis.

Desse ponto de vista, a investigação de como o emprego das TICs nas cadeias de valor, e, no nosso caso em particular, na Jeep Goiana, impactam a relação capital-trabalho e interagem na exploração do trabalho humano é decisivo para entender as transformações sociais que estão, neste momento, sendo gestadas nos adventos da Indústria 4.0, uma vez que circundam questões de grande relevância social, econômica e política em proporções históricas. A expectativa própria de que estaríamos diante da Quarta Revolução Industrial é por si mesma crucial para compreender o curso das transformações do capitalismo nas próximas décadas. Klaus Schwab (2016) afirma que a Quarta Revolução Industrial

terá uma dinâmica única em relação às anteriores, especialmente devido à sua velocidade, profundidade e amplitude sem precedentes na história, sendo que suas transformações podem interferir em praticamente todas as esferas das relações sociais, produtivas e, inclusive, individuais.

Para tanto, fundamentando-nos em uma elaboração teórica embasada no materialismo histórico-dialético, buscamos compreender desde a perspectiva da totalidade, partindo do nosso objeto em relação às transformações do capitalismo global após crise de 2008, visando compreender o que de fato há de disruptivo nas tecnologias 4.0 no que tange à produção industrial, a partir do exemplo da Jeep Goiana, considerada uma das fábricas mais modernos do mundo.

Assim, discutimos a abordagem conceitual das produções teóricas burguesas sobre a compreensão da Indústria 4.0 acerca deste tema, contrapondo-as criticamente ao acúmulo das produções marxistas e dos próprios fundamentos de Marx para a compreensão da indústria moderna.

No capítulo 2, intitulado *O caso da Jeep Goiana e a Indústria 4.0 no Brasil*, buscamos compreender o lugar da Jeep Goiana no contexto da indústria brasileira, em especial, a automobilística, assim como no contexto da indústria automotiva internacional, no que tange ao uso das tecnologias 4.0, seu modelo produtivo e de gerenciamento fabril, começando com um percorrido pelas instalações da Jeep Goiana, identificando o emprego e aplicação dessas tecnologias na sua linha de produção e cadeia produtiva. Para isso, recorreremos à nossa experiência no interior das instalações. Para comparação e localização da Jeep Goiana no contexto da indústria brasileira, utilizamos relatórios fornecidos pela CNI (Confederação Nacional da Indústria) através do Portal da Indústria. Para comparação no contexto automobilístico internacional, nos foi especialmente valiosa a pesquisa de Krzywdzinski (2021), comparando o desenvolvimento tecnológico e os modelos produtivos das indústrias automotivas japonesa, alemã e norte-americana.

No capítulo 3, *O contexto internacional de reestruturação produtiva e a Indústria 4.0*, retornamos ao relatório estratégico alemão de Kagermann *et al.* (2013) e aos fundamentos da Indústria 4.0, buscando compreender as transformações do cenário econômico e geopolítico internacional no qual estes estavam inseridos, buscando compreender seus objetivos na disputa intercapitalista. Ademais, tentamos compreender em que medida a Indústria 4.0 tem como intuito oferecer respostas, ou contratendências, aos efeitos da crise 2008, e em que medida tais

respostas podem ser bem-sucedidas, e como pretendem, em seu desdobramento, almejar este objetivo. Para isto, utilizamos relatórios econômicos internacionais do Banco Mundial, e outras fontes secundárias que analisam a crise de 2008 e a pandemia subsequente, e seus efeitos, como os artigos de Iuri Tonelo (2020), relacionando-os com a pesquisa das tendências da indústria automotiva de Krzywdzinski (2021).

Por fim, no capítulo 4, *A anatomia de um monstro ciberfísico: uma análise marxista da produção enxuta da Jeep Goiana e a Indústria 4.0*, retornamos à Jeep Goiana buscando compreender este empreendimento em sua totalidade e os seus índices de produtividade que a tornam referência internacional de Indústria 4.0, partindo das conclusões parciais dos capítulos 2 e 3. Analisamos as relações de produção e o contexto histórico e social no qual está inserida, visando identificar suas particularidades e a escolha estratégica de Goiana - PE para sua instalação. Também aprofundamos um entendimento teórico de suas tecnologias 4.0, e como estas se relacionam com a exploração do trabalho, bem como de que modo buscam atender às prerrogativas e aos preceitos da Indústria 4.0; com isso, visamos responder, ainda, o que a caracteriza enquanto uma unidade qualitativamente superior ao fordismo e ao toyotismo.

Na parte conclusiva, procuramos sintetizar as principais discussões que alcançamos em todos os capítulos, construindo uma visão interpretativa da Indústria 4.0 a partir do que nos permite o objeto de nossa pesquisa.

2 O CASO DA JEEP GOIANA E A INDÚSTRIA 4.0 NO BRASIL

A Fiat, ou Fabbrica Italiana Automobili Torino, foi fundada em 1899 por um grupo de investidores italianos, liderados por Giovanni Agnelli. Conforme explicado anteriormente, a empresa teve um papel significativo na industrialização automotiva italiana e, ao longo do tempo, se tornou uma das maiores fabricantes de automóveis do mundo. Em 2014, a Fiat completou a aquisição da Chrysler, automobilística estadunidense, formando a Fiat Chrysler Automobiles (FCA). Em janeiro de 2021, funde-se com a francesa PSA (Peugeot S.A.), formando o monopólio transnacional Stellantis, agregando ao menos 14 marcas: Fiat, Peugeot, Citroën, Jeep, Chrysler, Alfa Romeo, Dodge, Opel, Ram, Maserati, Vauxhall, Lancia, Abarth e DS.

A Stellantis é, portanto, a fusão do capital de pelo menos três grandes grupos automobilísticos de países do circuito imperialista internacional, fruto de uma concentração de capital produzida após crise de 2008 em pleno desenrolar da reestruturação produtiva que atravessa os debates em torno da Indústria 4.0.

Inaugurado em 2016, no município de Goiana-PE, o complexo industrial da FIAT/JEEP, que agora integra o grupo Stellantis, tornando-se a quarta maior fabricante automotiva do mundo, é reconhecido por ser um dos mais modernos da atualidade, utilizando-se de conceitos e tecnologias da Indústria 4.0 (Bubbico, 2021). Este complexo fabril concentra 14 mil trabalhadores, entre efetivos e terceirizados, sendo uma das maiores concentrações operárias sob uma única planta no Brasil, formando um complexo industrial que congrega pelo menos 30 grandes empresas parceiras da FIAT, como Pirelli, Magneti Marelli, DHL, Liar, entre outras.

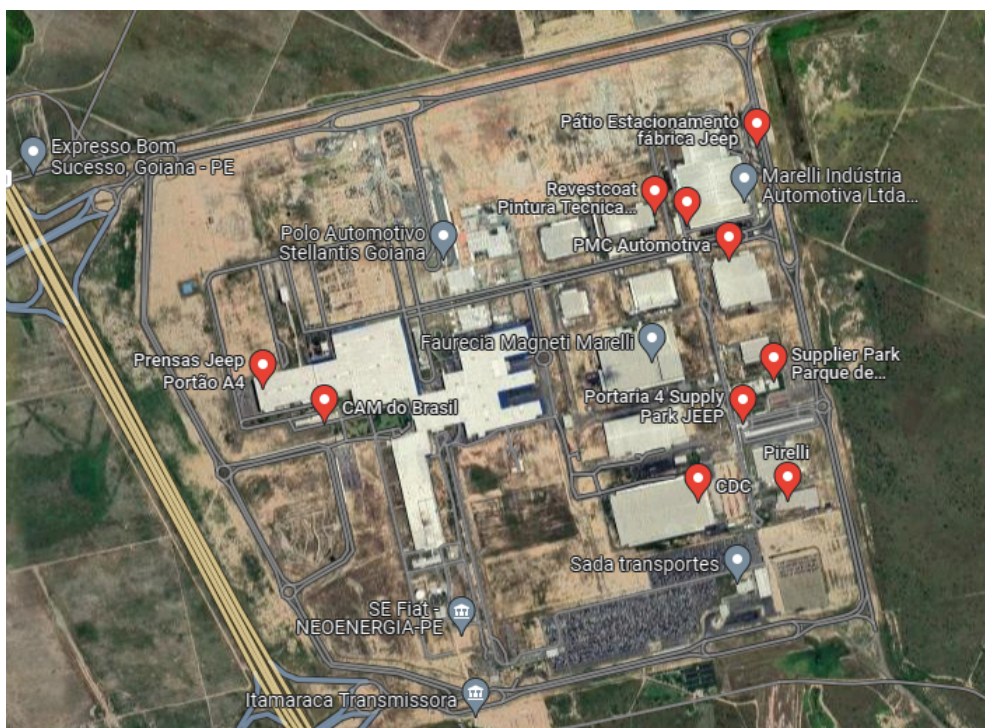
Em seus mais de 3 quilômetros de linha de montagem, o complexo industrial da Jeep Goiana tem capacidade para produzir até 280 mil unidades por ano e, atualmente, operando em plena capacidade, com cerca de 3 mil robôs instalados, ao ritmo de 45 unidades/hora, alcança a média de produção de mil carros por dia. A unidade mais barata produzida no complexo de Goiana é o Jeep Renegade, cujo menor preço atualmente no mercado nacional gira em torno de R\$ 90 mil. Com estas informações, podemos estimar o valor de uma produção mínima anual a algo equivalente a R\$25,2 bilhões (Koutney, 2015).

Segundo o relatório anual da Stellantis (2020), a participação do grupo no mercado da América do Sul aumentou para 23,6% nos seis meses encerrados em 30 de junho de 2021, sendo que, em 2020, representava 17,4% no mesmo período.

O aumento da receita líquida na América do Sul foi atribuído principalmente à redução de interrupções provocadas pela pandemia de Covid-19 e pelo sucesso do novo Fiat Strada, bem como às atualizações da Fiat Toro e Jeep Compass, sendo tanto a Toro quanto o Compass produzidos em Goiana. Já no relatório anual de 2023 (Stellantis, 2023), a Stellantis apresentou recorde de lucro já no primeiro semestre. A receita líquida foi de € 98,4 bilhões, representando aumento de 12% em relação ao primeiro semestre de 2022. Já o lucro operacional foi de € 14,1 bilhões, expressando um crescimento de 11% frente ao mesmo período do ano anterior, sendo o lucro líquido € 10,9 bilhões de euros, uma tendência de alta equivalente a 37% em comparação aos seis primeiros meses de 2022. O relatório ainda afirma que:

[os] fluxos de caixa livres industriais estão em € 8,7 bilhões, € 3,3 bilhões acima do primeiro semestre de 2022, resultados recordes, permite investimentos estratégicos contínuos para impulsionar um caminho sustentável para a transformação em carbono neutro (Stellantis, 2023, s.p.).

Figura 1 – Visão aérea da planta do complexo industrial da Jeep Goiana



Fonte: Google Maps, 2024.

Nos mercados sul-americanos, onde o Brasil representa em torno de 70% dos resultados, a Stellantis continuou a apresentar desempenho positivo no primeiro

semestre. Apesar da estagnação das principais economias da região, as vendas cresceram 4%, alcançando 420 mil veículos e colocando a empresa na liderança na América do Sul, com participação de 23,7% somando todas as marcas e com a Fiat à frente de todas com *market share* de 14,1% (Stellantis, 2023). Apesar dos volumes não terem crescido largamente, o lucro operacional continua com grande margem, isto é, € 1,1 bilhão no semestre, um crescimento de 7% sobre o mesmo período de 2022, o que representa uma margem de 14,2% – praticamente igual à média global do grupo – sobre o faturamento de € 7,6 bilhões na região, 5% maior do que o registrado um ano antes.

Segundo o relatório da Stellantis, o principal combustível para sustentar a boa margem operacional de lucro na América do Sul foi: “a liderança de mercado combinada com reajustes de preços, o que compensou o *mix* desfavorável de vendas e elevação de custos industriais causada pelo aumento nos preços de insumos” (Stellantis, 2023, s. p.). A Stellantis foi: “a fabricante que mais utilizou dos descontos patrocinados pelo governo durante os meses de junho e julho, para aquecer ainda mais suas vendas” (Ibid.).

Além do bom desempenho na América do Sul, e em todas as regiões do mundo onde opera, a Stellantis conseguiu registrar lucros expressivos e margens operacionais robustas, mesmo diante de ambientes adversos com inflação em alta e câmbio desfavorável. O grupo registrou o maior lucro operacional na América do Norte, o recorde de € 8 bilhões, e a segunda maior margem operacional, de 17,5%, mesmo com o recuo de 1,3 ponto porcentual na participação de mercado, para 10%. Na Europa, em trinta países, mesmo com perda de 2,2 pontos, a participação de mercado das marcas Stellantis segue em alta de 19%, o que garantiu o segundo maior lucro operacional da empresa no mundo, de € 3,7 bilhões (Stellantis, 2023).

Ao contrário de vários concorrentes, a Stellantis tem pouca participação nos mercados da China, da Índia e da Ásia-Pacífico, mas o lucro ainda baixo de € 294 milhões no primeiro semestre cresceu 9% sobre o ano anterior, e a margem avançou 2,3 pontos, para 14,8%. A região operacional de maior crescimento para a Stellantis na primeira metade de 2023 foi no conjunto de países da África e do Oriente Médio, com lucro operacional de € 1,2 bilhão, e uma margem que cresceu 8,5 pontos, para 25,9%, a maior no mundo. As marcas do grupo na região ocupam a segunda posição no *ranking* dos veículos mais vendidos, com participação combinada de 15,1% (Stellantis, 2023).

Neste contexto de conquistas internacionais do monopólio Stellantis, segundo matéria da *Automotive Business* (Koutney, 2015), está confirmado o investimento de mais de R\$ 7,5 bilhões até 2025 na Jeep de Goiana, quantia ainda maior que o investimento inicial. Com o aporte, a capacidade da linha pode ser ampliada para 350 mil unidades anuais, e a quantidade de fornecedoras alocadas no complexo industrial deve crescer de 30 para 50. Mas, segundo o italiano Denny Monti, entrevistado nesta mesma matéria, há 20 anos no Grupo Fiat, responsável pela instalação do maquinário durante a construção da planta, a capacidade ainda poderá dobrar para 500 mil unidades/ano.

Denny Monti também afirma nesta entrevista que cada uma das áreas operacionais da planta principal do complexo fabril da Jeep Goiana alcançou resultados de qualidade e produtividade internos expressivos logo no primeiro ano de operação, sendo que o setor de prensas, coração da planta Jeep, registrou o maior índice de eficiência produtiva em linhas de estampagem do tipo HTL dentro do Grupo FCA. A funilaria se tornou referência na América Latina em índices de qualidade de processos e hoje é uma das unidades-modelo do grupo. Em apenas um ano, a área de pintura apresentou parâmetros de qualidade comparáveis às unidades semelhantes das melhores plantas da FCA do mundo, que estão em operação há muito mais tempo. Além disso, cada operador gasta em média 70% de seu tempo de trabalho agregando valor ao produto, e o restante do tempo com ajustes e buscando componentes ou ferramentas. Esse é o maior índice já conseguido por uma fábrica e é quase impossível avançar para além disso. Nas montadoras japonesas, que são referência de eficiência, esse percentual varia de 60% a 65% (Koutney, 2015).

A planta da Jeep pernambucana localizada na cidade de Goiana teve o investimento inicial de R\$ 7 bilhões para o desenvolvimento de produtos, a construção da fábrica de automóveis e do parque de fornecedores no mesmo terreno, “dos quais mais de 70% oriundos de financiamento governamental (condicionado por sua localização no Nordeste e viabilizado por fundos de desenvolvimento regional e incentivos fiscais específicos)” (Silva; Bagattolli, 2021, p. 73). É o maior aporte inicial já feito no Brasil em uma única unidade de produção por um fabricante de veículos. Em entrevista para o *site Automotive Business*, Denny Monti afirma que a Jeep Goiana: “já pode ser considerada uma das mais eficientes do planeta” (Koutney, 2021, s.p.).

2.1 ROBÔS INTELIGENTES E TRABALHADORES AUTOMATIZADOS: UM PERCURSO PELOS GALPÕES INTERNOS DA PRODUÇÃO

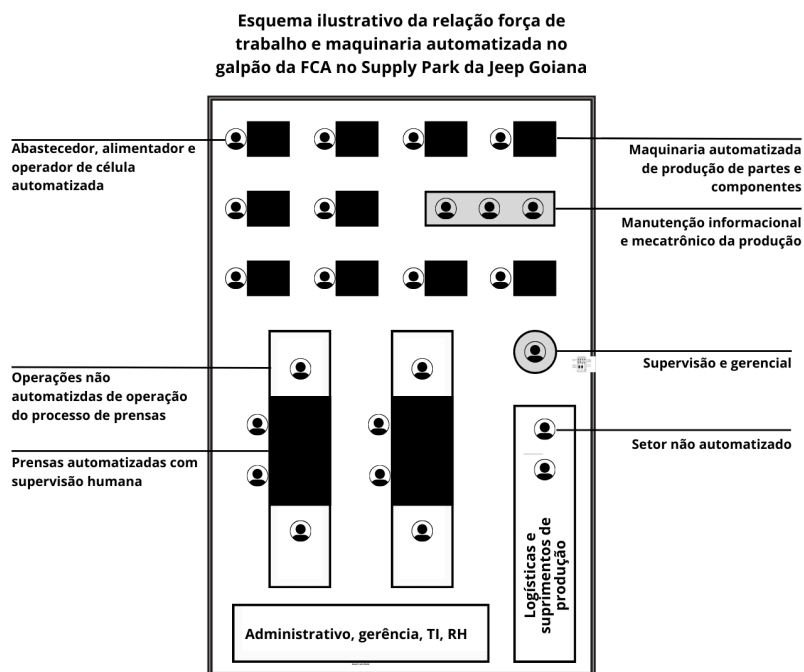
O imaginário do conceito Indústria 4.0 está cercado de alusões à substituição da força de trabalho por maquinário autônomo, a tal ponto que a produção poderia ser desempenhada quase que integralmente sem a intervenção humana. Porém, esta tendência não é exatamente a que se desenvolve na Jeep Goiana atualmente. A própria quantidade de trabalhadores empregados nesta fábrica, sob o guarda-chuva da Stellantis, cerca de 14 mil, já é um indício bastante revelador desta realidade que desmente as propagandas da Indústria 4.0. Ainda que amplos setores produtivos tenham se automatizado drasticamente, com ciclos autômatos que necessitam do mínimo da intervenção humana, outros, por sua vez, concentram milhares de trabalhadores.

Entretanto, a divisão entre as atividades executadas pela força de trabalho e as atividades executadas de forma autônoma também se revela contraintuitiva. É comum o reflexo imaginativo, induzido pelo senso comum a respeito da automatização e robotização, que nos levar a pensar que os trabalhos mais simples, repetitivos e mecânicos são os primeiros a serem substituídos pela maquinaria autônoma, enquanto o trabalho mais complexo e de exigência de qualificação técnica para sua execução tende a manter-se sob a responsabilidade de um trabalhador especializado. No entanto, não é isto que ocorre na Jeep Goiana. Partindo da divisão de operações realizadas pela automação robótica e pelo trabalho humano, dentro dos galpões de produção da Jeep Goiana, podemos observar uma inversão do padrão sugerido pela mística da Quarta Revolução Industrial, uma vez que as funções que exigem mais especialização e qualificação técnica são realizadas por robôs, enquanto as operações mais simples e mecânicas são realizadas pelos trabalhadores.

Dentro do Supply Park, complexo anexo onde ficam as empresas fornecedoras, existem distintos tipos de relação entre maquinaria, força de trabalho e processos atendendo ao modelo produtivo de suas respectivas empresas. Por exemplo, conforme podemos observar na Figura 2, no galpão da FCA, uma das empresas do Supply Park a que tivemos acesso, os trabalhadores atuam como auxiliares das automações, preenchendo as lacunas do processo automatizado,

assim como sugere Wecio Araújo (2021) em seu artigo sobre a Indústria 4.0. Desta forma, realizam funções de abastecimento das linhas, operação e supervisão da maquinaria, controle de qualidade, transporte e manipulação da matéria-prima e de produtos intermediários. Além disso, existe uma baixa intensidade de automação no setor logístico.

Figura 2 – *Layout* meramente ilustrativo do galpão da FCA no Supply Park



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Neste galpão, a relação entre trabalho e maquinaria é variada. Nas prensas, mais de um trabalhador participa do processo, de forma coordenada entre si, seja supervisionando e auxiliando a prensa automatizada, seja operando partes do seu processo. Portanto, parte do processo produtivo é coordenado entre os próprios trabalhadores. Já no setor de componentes, temos células produtivas automatizadas, que constroem o produto com um trabalhador assistindo ao processo, alimentando e movimentando insumos e produtos, numa relação que poderíamos resumir de um trabalhador para uma automação.

Neste sentido, é possível uma comparação ao fordismo, em que a relação entre trabalhador e máquina acontecia de um para um, com a diferença de que, neste galpão, ao invés de operar uma máquina manualmente, os operadores supervisionam e auxiliam um processo automatizado para a produção de

componentes que serão utilizados na montagem. Porém, uma única automação é capaz de realizar vários processos integrados para a conformação do produto. Cada automação equivale a uma célula produtiva do toyotismo, onde um trabalhador era responsável por operar diversas máquinas, normalmente atendendo a proporção de um para cinco. Desta forma, podemos compreender uma fusão entre toyotismo e fordismo, em que um único trabalhador executa uma única função, mas que atende a um conjunto de processos realizado pelas máquinas automatizadas.

Mencionamos este exemplo da FCA de forma ilustrativa para constar que dentro do Supply Park existem inúmeros tipos de organização produtiva e de relação com automações, tecnologias e o maquinário, pois se trata de processos muito diversos e empresas distintas que utilizam de tecnologias a serviço de seus próprios modelos produtivos. Neste sentido, não seguem o padrão da linha de montagem da Jeep propriamente dita, nem seus modelos de aplicação tecnológica. Ainda que, como podemos observar no exemplo da FCA, também seja possível encontrar altos níveis de automação.

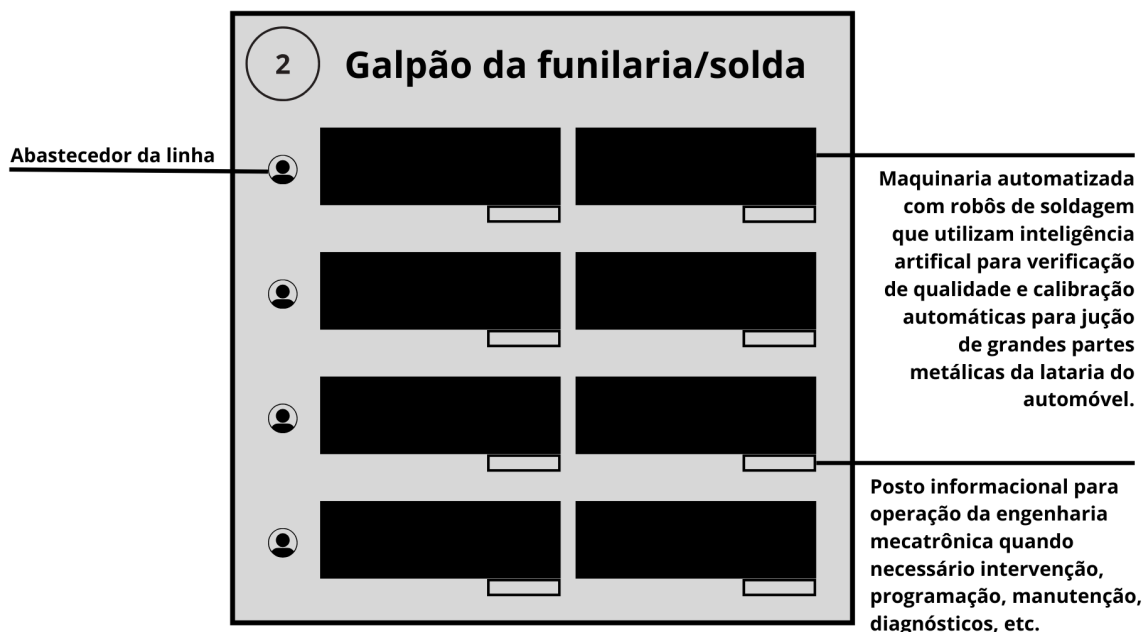
Figura 3 – Visão aérea da planta da linha de produção da fábrica da Jeep Goiana



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Nos galpões de montagem da Jeep propriamente dita, ilustrados pela Figura 3, no que tange à divisão de tarefas, entre robô e força de trabalho, observamos um cenário qualitativamente distinto entre si, concentrando automações em espaços e momentos diferentes da produção. No galpão de solda, onde acontece a junção das laterais dos veículos, observamos enorme nível de automação, com centenas de robôs de metros de altura soldando portas e chapas de aço, em um processo autônomo e contínuo, de robô para robô (M2M), com rara interação e presença do trabalho vivo. As interferências humanas acontecem apenas para manutenções preventivas e corretivas, ou para programação e atualização do suporte informacional das linhas. Neste processo, o uso de Inteligência Artificial integrada à maquinaria para verificação de qualidade e calibração é parte fundamental para o processo ocorrer autonomamente. A força de trabalho aqui se encontra apenas abastecendo as linhas ou através de trabalhadores qualificados e especializados como engenheiros e técnicos que executam a manutenção do processo autônomo. Observando este processo isoladamente, temos a imagem do mais avançado em termos de automação e a substituição da força de trabalho dentro da Jeep Goiana. O esquema ilustrativo deste galpão pode ser verificado na Figura 4.

Figura 4 – *Layout* meramente ilustrativo do galpão de solda da fábrica da Jeep Goiana



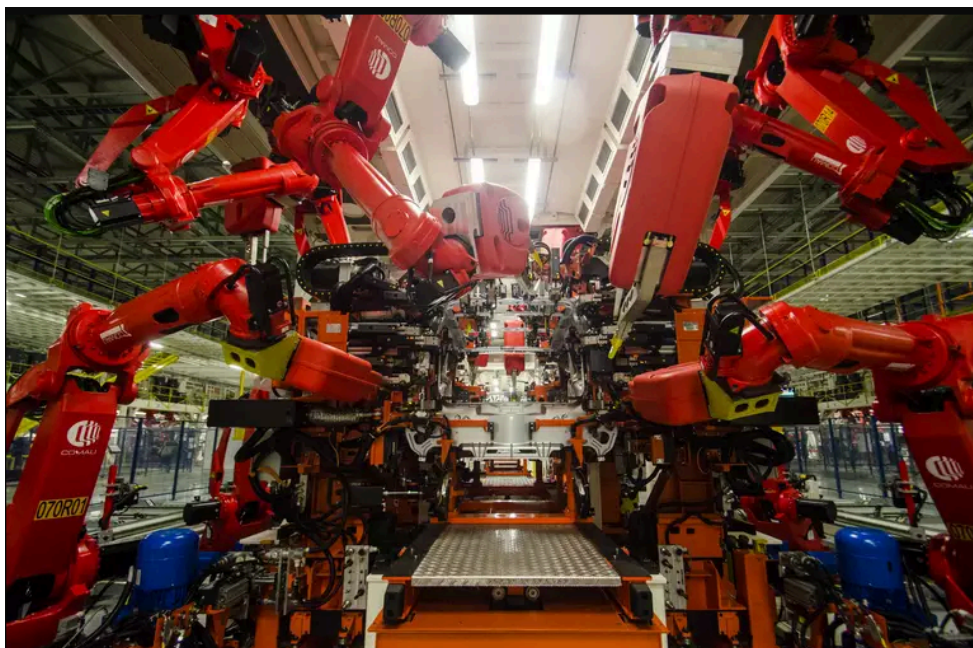
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 5 – Robôs da linha de produção autônoma do galpão de solda da Jeep Goiana (I)



Fonte: Lima (2015).

Figura 6 – Robôs da linha de produção autônoma do galpão de solda da Jeep Goiana (II)



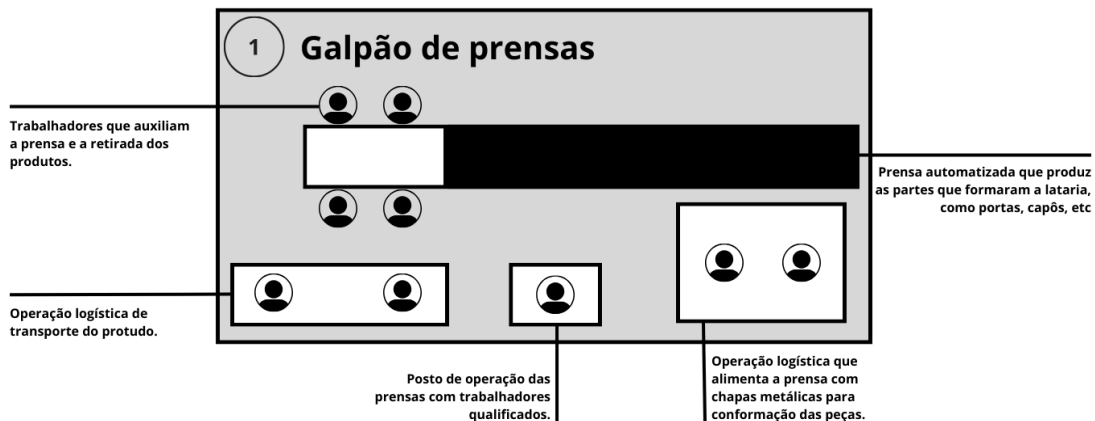
Fonte: Oliveira (2015).

Vale observar que a operação de solda, na Jeep realizada por robôs, é uma atividade técnica que exige especialização, conhecimento, experiência e destreza manual. Trata-se de uma profissão cuja disponibilidade varia regionalmente e costuma obter uma remuneração elevada, acima da média da produção em geral.

Segundo *sites* de emprego e guias profissionais, o salário de um soldador pode variar entre R\$1,5 mil a R\$ 8,25 mil, a depender da região e do nível de especialização necessária. Além disso, trata-se de um processo com inúmeros riscos à saúde do soldador, manuseando ferramentas faiscantes e com intensa luminescência, exigindo, assim, quando realizado pelos trabalhadores, muitos procedimentos de segurança devido ao risco de queimaduras e danos à visão.

No galpão de prensas, conforme ilustrado nas Figura 7, o processo altamente automatizado é operacionalizado por trabalhadores especializados da engenharia e auxiliado por alimentadores de linha e auxiliares de produção que alimentam as prensas e retiram seus produtos. O processo fabril de conformação e cortes que utiliza prensas é um ponto crítico de acidentes de trabalho no ramo industrial. Devido à enorme força que é despendida no processo, os acidentes que geralmente ocorrem neste tipo de atividade apresentam altos índices de criticidade e mortes.

Figura 7 – *Layout* meramente ilustrativo do galpão de prensas da fábrica da Jeep Goiana



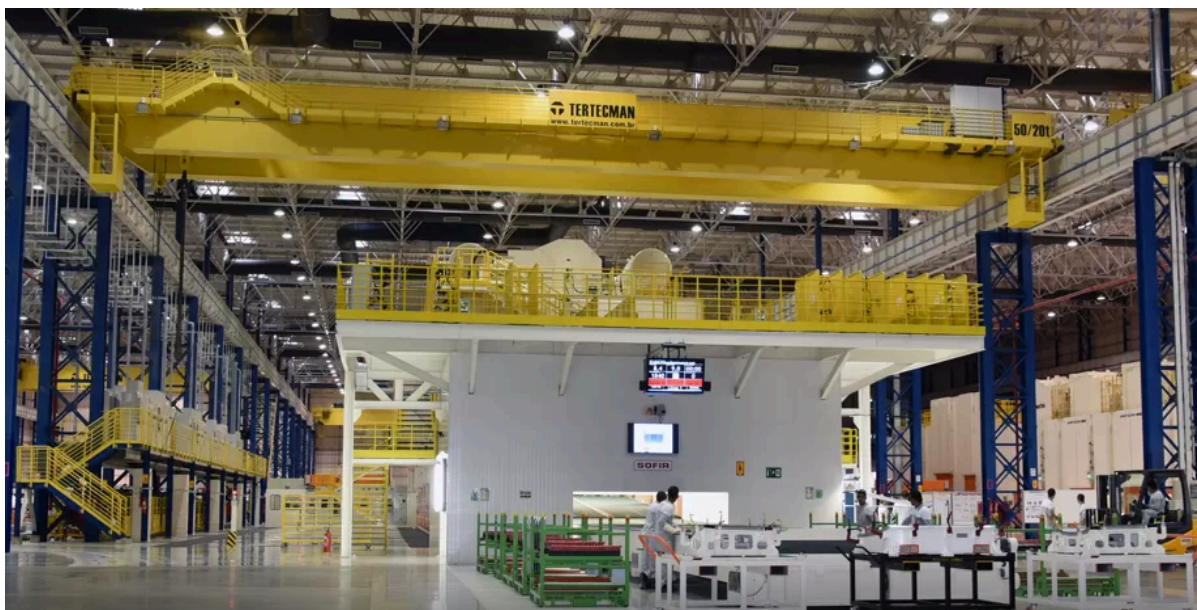
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 8 – Posto de operação do galpão de prensas da fábrica da Jeep Goiana



Fonte: Como [...] (2015).

Figura 9 – Prensa automatizada do galpão de prensas da fábrica da Jeep Goiana



Fonte: Como [...] (2015).

No galpão da pintura praticamente todo o processo é automatizado, exceto pelo acabamento, em que a atividade da força de trabalho se concentra em operações manuais e repetitivas, conforme ilustra a Figura 10. Cabe evidenciar que o processo de pintura também oferece um alto nível de insalubridade e riscos à

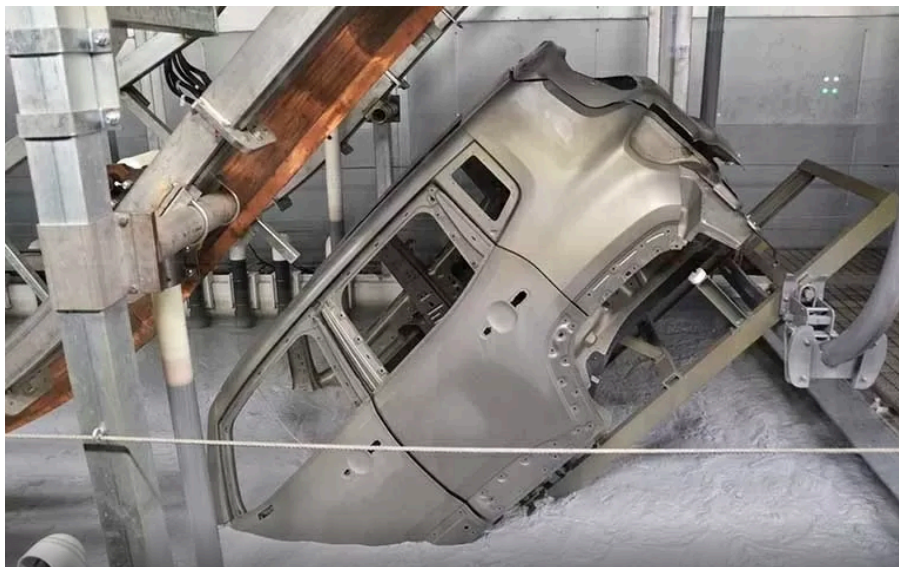
saúde de trabalhadores devido à grande quantidade de produtos químicos que envolvem a pigmentação.

Figura 10 – *Layout* meramente ilustrativo do galpão da pintura da fábrica da Jeep Goiana



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 11 – Fase de mergulho da linha de pintura na fábrica da Jeep Goiana



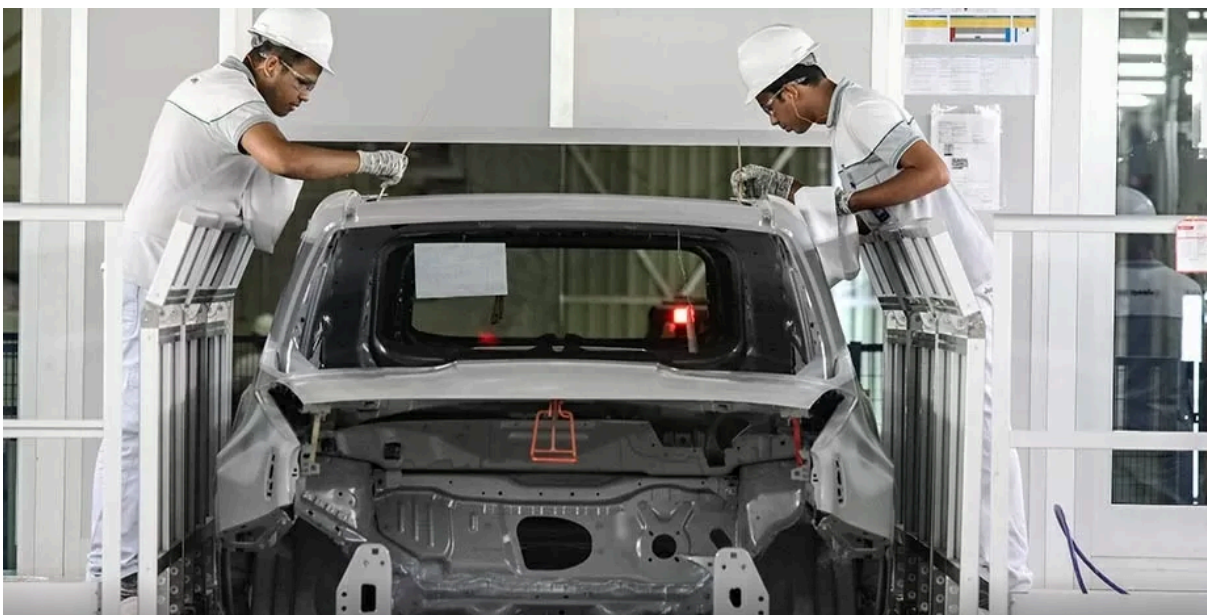
Fonte: Como [...] (2015).

Figura 12 – Robôs autônomos da linha de pintura da fábrica da Jeep Goiana



Fonte: Como [...] (2015).

Figura 13 – Estação de operações manuais de acabamento da linha de pintura da fábrica da Jeep Goiana

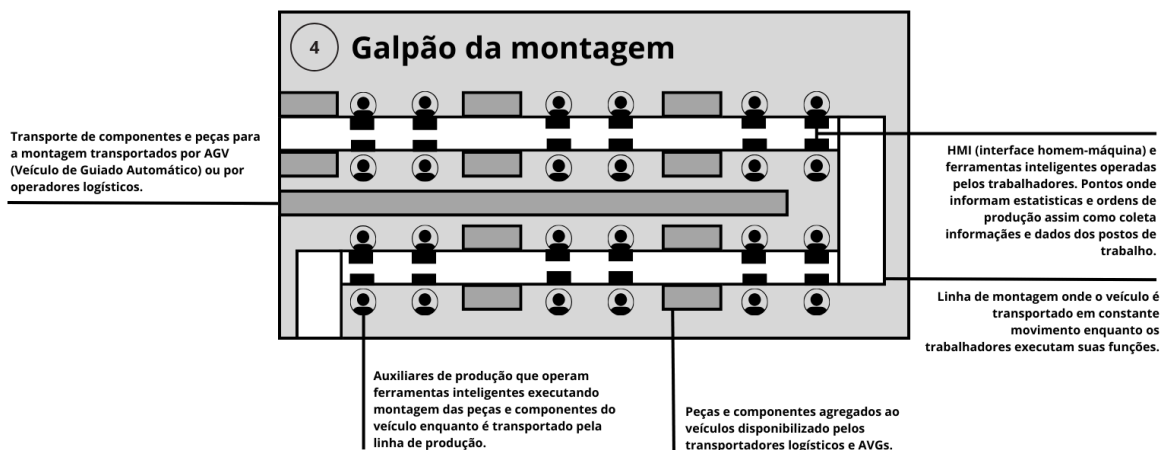


Fonte: Como [...] (2015).

Já nos galpões de montagem, um dos maiores galpões da linha de montagem, conforme ilustrado na Figura 14, onde as peças são unidas para formar o veículo, a presença de automações se altera drasticamente e vemos uma enorme linha de produção fordista, alcançando 3 quilômetros de comprimento, com milhares

de trabalhadores posicionando componentes e apertando parafusos, em um trabalho repetitivo de operações manuais simples que podem ser medidas em segundos, remontando as cenas cinematográficas de *Tempos Modernos* (1936), de Charlie Chaplin. Neste galpão, os princípios do fordismo seguem vigorando intensamente, de forma que a linha de montagem em série não para e determina os ritmos do trabalho e da produção. Os veículos em montagem permanecem em constante movimento enquanto os trabalhadores acompanham o ritmo agregando manualmente as partes designadas em seus postos e utilizando ferramentas inteligentes para fixar os componentes. Os postos de trabalho, dispostos lado a lado, em linha contínua, são equipados com HMIs (interface homem-máquina), equipamento informacional que contém as informações do processo e dos produtos, assim como coleta os dados de produção de cada trabalhador, estando também conectados às ferramentas inteligentes utilizadas no processo.

Figura 14 – *Layout* meramente ilustrativo da linha de montagem da fábrica da Jeep Goiana



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Figura 15 – Estação de operações manuais da linha de montagem da fábrica da Jeep Goiana (I)



Fonte: Como [...] (2015).

Figura 16 – Estação de operações manuais da linha de montagem da fábrica da Jeep Goiana (II)



Fonte: Como [...] (2015).

Embora a Jeep utilize alto nível de tecnologia em seus processos, incluindo automatização de grande parte da sua linha de produção, este não é um elemento que por si mesmo podemos caracterizar como particular da Indústria 4.0, tampouco podemos creditá-la pela combinação de intensivo uso da força de trabalho no galpão de montagem. A disposição da automação em seus diferentes níveis nos distintos processos, assim como a relação entre a força de trabalho e a maquinaria automatizada, tal como ocorre na Jeep, se apresenta, ainda que em níveis menos sofisticados, desde os anos 1990 na indústria automobilística mundial. Na realidade, neste quesito, o modelo da Jeep Goiana pode ser delimitado dentro de um padrão histórico das automobilísticas.

2.2 UM PANORAMA COMPARATIVO ENTRE A JEEP GOIANA E AS GRANDES AUTOMOBILÍSTICAS MUNDIAIS

O processo de prensas, devido à movimentação repetitiva da maquinaria e da enorme força necessária para movê-la, já é um processo no qual a automatização vem se desenvolvendo desde os anos 1990. Muito da força de trabalho e do tempo despendido neste processo está relacionado não ao momento da fabricação dos produtos, mas, sim, à troca de moldes e alimentação da linha com matéria-prima. O alto nível de automatização no que se refere ao abastecimento da linha e da troca de ferramental das prensas, assim como a velocidade de operação das prensas são sem dúvida componentes que fazem da Jeep Goiana uma fábrica moderna, porém não a tornam particular perante a outras automobilísticas, especialmente a ponto de caracterizarmos estes fatores como determinantes para defini-la enquanto Indústria 4.0. O mesmo é verdadeiro para o setor de pintura, que também vem sendo automatizado desde os anos 1990 (Krzywdzinski, 2021).

A solda, por sua vez, também vem sendo automatizada nas automobilísticas modernas de todo o mundo, especialmente a partir dos anos 1990, embora seja um processo que exige precisão, soluções vêm sendo produzidas pelo meio industrial para evitar erros e perdas no processo produtivo (Krzywdzinski, 2021). A Figura 17 revela as altas taxas de automação na construção da carroceria de veículos, onde a solda compõe a parte majoritária do processo de fabricação. Como observamos na tabela a seguir (Figura 17), a taxa de automação de carrocerias nas principais montadoras do mundo se mantém acima de 90% desde 1993. Nos anos 2000:

[o] uso de células multi-robôs na construção de carrocerias de automóveis aumentou, colocando novas demandas na programação. Nessas células, vários robôs trabalham juntos: um segura uma peça, enquanto outros processam essa peça ou verificam a qualidade (Krzywdzinski, 2021, p. 7.).

Figura 17 – Tabela com taxa de automação na produção de carrocerias nas automobilísticas

Table 1. Body shop automation levels of selected Japanese and German automobile plants

Automobile plant	Date of report	Reported automation degree of the body shop (in %)
Toyota Tahara	1993	97
Nissan Kyushu	1993	100
Mazda Hofu	1993	100
Toyota Kyushu	1994	93
Daimler Düsseldorf	1995	85
Ford Saarlouis	1995	88
Daimler Rastatt (A-Klasse)	1997	100
VW Wolfsburg (Golf)	1997	100
Opel Bochum	1998	100
Ford Saarlouis	1999	97
Ford Köln (Fiesta)	1999	95
BMW Dingolfing (7er)	2001	90
Ford Köln (Fiesta)	2002	98
Opel Rüsselsheim	2002	98
Audi Neckersulm (A8)	2002	80
Daimler Bremen (SLK)	2004	90
Daimler Rastatt (B-Klasse)	2005	99
BMW München (3er)	2005	97
Audi Ingolstadt (TT)	2006	95

Source: Automobil Produktion, volumes 1992–2019. The figure shows all Japanese and German plants for which information about automation levels was reported.

Fonte: Krzywdzinski (2021).

O mesmo processo verificamos atualmente na funilaria da Jeep. Entretanto, podemos identificar a utilização de Inteligência Artificial como um elemento tecnológico particular da Indústria 4.0, oferecendo um avanço qualitativo no processo, tal como é descrito no artigo de Charbel El Hachem *et al.* (2021), na Conferência Internacional de 2021, sobre *Computação, Controle e Robótica*. Através da utilização de *machine learning* e imagens fotografadas dos objetos a serem soldados, assim como as marcações dos pontos de solda, o robô é capaz de corrigir e precisar a soldagem, realizando calibrações automáticas, resultando em menor incidência de paradas por defeitos de qualidade e intervenção humana. Porém, ainda assim nos parece que este componente isoladamente não é suficiente para caracterizar a Jeep enquanto um modelo internacional de Indústria 4.0.

Da década de 1990 até a década de 2010, os níveis de automação em oficinas de prensagem, carrocerias e processamento mecânico permaneceram estáveis e muito altos (muitas vezes próximos da automação total) – pelo menos se desconsiderarmos os retardatários da automação, especialmente entre as pequenas e médias empresas. [...] Nos processos de montagem, por outro lado, a automação permaneceu

relativamente limitada desde a década de 1990. Estas diferenças entre a montagem e a construção da carroçaria refletem as características materiais e técnicas dos respectivos processos de produção (Krzywdzinski, 2021, p. 3).

Ou seja, desde a década de 2010, as linhas de produção para a construção de carrocerias de automóveis já estavam equipadas com dispositivos que podiam registrar de centenas a vários milhares de pontos de medição e fornecer dados sobre a qualidade do processo de soldagem, tal qual está presente na Jeep Goiana, ainda que com tecnologias mais avançadas.

Por outro lado, a concentração da força de trabalho no galpão da montagem, onde as atividades simples, repetitivas e mecânicas são executadas em larga escala pelos trabalhadores da Jeep, embora contraintuitivo, é também um ponto em comum com as demais fábricas automobilísticas modernas, até mesmo as mais automatizadas. Por mais estranho que possa parecer, a montagem e o tipo de atividade manual simples empregada no seu processo vem sendo o setor onde as automobilísticas encontram os maiores limites para a automatização.

O influente estudo de Frey e Osborne (2017) previu para o período até 2030 uma probabilidade de automação de 98% para trabalhos de montagem e mais de 90% para diferentes tipos de tarefas de operação de máquinas, ocupações típicas na indústria automotiva. Todavia, mesmo com a aplicação de ferramentas inteligentes na linha de montagem, que podemos enquadrar como um dos componentes da Indústria 4.0, a Jeep Goiana, modelo internacional de Indústria 4.0, contraria as previsões gerais que vêm sendo feitas a respeito da possibilidade da automatização total de atividades laborativas humanas, especialmente no setor industrial. E não é a única.

Uma pesquisa de Martin Krzywdzinski (2021), financiada pelo Ministério Federal Alemão de Educação, analisa informações sobre o processo de automação na indústria automobilística internacional, tomando como referência grandes produtores automobilísticos como Japão, Alemanha e EUA, chegando à conclusão de que o processo de automação industrial, na prática, não vem tomando os exatos caminhos premeditados pela Indústria 4.0.

No que diz respeito aos processos de fabrico, os dados disponíveis sugerem que as empresas alemãs fizeram os maiores esforços para promover a automação e a digitalização, enquanto as empresas japonesas, em particular, parecem ter-se afastado do objetivo da automação,

especialmente no setor da montagem. No que diz respeito à indústria automóvel as empresas têm estado muito relutantes em investir na automação e na digitalização, especialmente desde a crise econômica global. As conclusões que surgem como resultado desta análise do desenvolvimento de abordagens de automação e digitalização na indústria automóvel contradizem os argumentos dominantes nas discussões atuais. Não houve nenhum grande impulso de automação na produção automotiva desde a década de 1990. Áreas como a construção de carrocerias já eram automatizadas nas décadas de 1980 e 1990 e está em curso um desenvolvimento gradual da tecnologia nestas áreas – mesmo que se possa presumir que houve uma recuperação da automação nas décadas de 1990 e 2000 para os retardatários, especialmente no setor fornecedor. Os processos de montagem continuam sendo um bastião do trabalho manual (Krzywdzinski, 2021, p. 3).

Esta realidade, cuja explicação é pouco evidente, permeia os âmbitos econômicos, técnicos, sociais e produtivos. Krzywdzinski (2021) afirma que esta realidade pode ser explicada devido à enorme quantidade de operações que devem ser executadas em ângulos e posições pouco acessíveis para um robô, em um espaço restrito de movimentação, especialmente no interior do veículo. A enorme quantidade de encaixes, componentes, parafusos, ajustes, acessórios a serem agregados ao automóvel demandaria um contingente inviável de robôs. Soma-se a isto o espaço necessário para dispor esta enorme quantidade de robôs e/ou a maquinaria automatizada, multiplicando o tamanho já quilométrico da linha de montagem, onerando a produção em custo de infraestrutura, energia, área de planta e, mais importante, em tempo.

Entretanto, Martin Krzywdzinski (2021) ainda nos oferece uma explicação mais conceitual sobre o problema, para além dos outros fatores citados. Para Krzywdzinski (2021), a complexidade que caracteriza uma atividade produtiva não pode ser avaliada isoladamente, sendo necessário levar em conta a complexidade dos processos como um todo, seu ordenamento e condução. Neste sentido, a linha de montagem, embora dividida em centenas de milhares de operações simples e mecânicas, ao final se apresenta como um conjunto complexo e indissociável de suas partes individualizadas.

As condições técnico-materiais referem-se principalmente à complexidade do produto e à sua produção, ou seja, à variedade de peças e processos de usinagem, à variabilidade do ambiente de produção, aos volumes de produção e à velocidade de produção (Baethge-Kinsky *et al.*, 2018). Quanto maior a complexidade, mais difícil é automatizar o processo de produção. Por esta razão, existem diferenças fundamentais nos níveis de automação na indústria automóvel, dependendo do processo em questão. Os processos de processamento mecânico, prensagem, soldagem e pintura

são altamente automatizados (ver Kern e Schumann, 1984). A montagem de automóveis, por outro lado, é um processo complexo com um grande número de etapas de trabalho distintas e muitas variantes diferentes; esta área é conseqüentemente muito menos automatizada (Fujimoto, 2017). A metodologia utilizada no estudo de Frey e Osborne (2017) não leva em conta essas condições porque considera tarefas isoladas (Krzywdzinski, 2021, p. 7).

Segundo a pesquisa de Krzywdzinski (2021), análises empíricas revelam automatização de processos particularmente quando “etapas de processo não podem ser realizadas por humanos (o que significa que não podemos falar de substituição), ou porque os humanos não conseguem fazê-lo com a precisão e qualidade exigidas” (Krzywdzinski, 2021) ou “quando determinados trabalhos causam grande estresse e danos à saúde dos funcionários” (Krzywdzinski, 2021). Todas as conclusões deste autor são convergentes com nosso estudo de caso da Jeep de Goiana, no que se refere à automação de processos nos distintos setores da produção. Identificamos no galpão de prensa, pintura e solda todos os pré-requisitos necessários para aplicação da automação apontados por Krzywdzinski (2021). Processos que não podem ser operacionalizados manualmente por humanos como as prensas, que se medem em toneladas, na solda, que exige precisão e destreza, e pintura, que assim como todos os outros processos anteriormente citados, oferece risco à saúde dos trabalhadores. Outra tendência que, segundo Krzywdzinski (2021), se desenvolveu a partir dos anos 1990, com o aumento setorial da automação, foi a separação das etapas entre trabalhos automatizáveis e manuais, tendência esta que se apresenta de forma explícita na Jeep Goiana, além de otimização da alimentação de material com trens de ciclo curto abastecendo a estação a partir do armazenamento central para criar espaço para os robôs, com os AGVs.

Conclusões semelhantes foram encontradas na pesquisa de Valéria Cirillo *et al.* (2020) sobre Indústria 4.0 em fábricas italianas, a respeito das tendências de automatização, e a relação destas com a força de trabalho.

Ao contrário da sabedoria comum que aponta para um padrão absoluto de rotinização de atividades de trabalho que se pretende ser facilmente substituíveis por máquinas dentro da “Fábrica Inteligente”, o nosso estudo, ao distinguir entre as noções de autonomia e critério ao identificar as esferas de autoridade de intervenção dos trabalhadores no processo de trabalho, destaca a presença da adoção híbrida da I4.0, heterogênea entre empresas e ainda mais dispersa entre departamentos dentro das fábricas, o

que se reflete numa capacitação igualmente híbrida da força de trabalho (Cirillo *et al.*, 2020, p. 3).

Do ponto de vista da força de trabalho, enquanto as empresas alemãs, focadas na automação de alta tecnologia nas décadas de 1980 e 1990, adotaram a profissionalização e a incorporação de trabalhadores qualificados, no caso americano, pelo contrário, demonstrou-se preocupação contínua com formas tayloristas de organização do trabalho, demarcações laborativas rigorosas e um investimento muito limitado em formação. Este desenvolvimento continuou na década de 2000 (Krzywdzinski, 2021). Mesmo com o alto nível de tecnologia aplicado a esse processo fordista da linha de montagem da Jeep Goiana, ainda impera a extrema simplificação do trabalho, de modo que o trabalhador passa a ser um mero “apêndice da máquina”, conforme já observava Karl Marx no século 19, com atividades basicamente repetitivas, impossibilitando também a visualização do processo como um todo, e intensificando a alienação do trabalho.

Desta forma, a divisão do trabalho manual simplificado, realizado pela força de trabalho, e o técnico especializado, realizado por robôs, permite a contratação de enorme massa de trabalhadores com baixos salários, sem a necessidade de formação e experiência prévia no ramo industrial e metalúrgico, como verificado também por Bubbico (2021) na Jeep Goiana, possibilitando uma homogeneização maior de cargos e faixas salariais, sendo que, segundo a pesquisa realizada por Taynara de Carvalho Neves (2017), mais da metade são trabalhadores sob regime da CLT com formação escolar até o Ensino Médio. Assim, aproveitam-se da massa de trabalhadores das redondezas de Goiana, onde antes imperava o corte de cana, trabalho sazonal, um dos trabalhos mais precários e mal pagos no Brasil. Portanto, a extenuante jornada de trabalho na Jeep e os baixos salários aparecem como uma oportunidade de emprego com garantias de direitos da CLT. Ainda assim, nos corredores da Jeep, é recorrente e cotidiana a expressão de descontentamento por parte dos trabalhadores.

2.3 LEAN MANUFACTURING E A INDÚSTRIA 4.0 NAS AUTOMOBILÍSTICAS MUNDIAIS

Ainda sobre a pesquisa de Krzywdzinski (2021), analisando a tendência à automação de montadoras automobilísticas, a FIAT nos anos 1980, assim como a General Motors e outras empresas americanas, estava entre o grupo que apostava na “alta tecnologia”, enquanto as empresas japonesas apostavam na flexibilidade e no menor grau de automação, criando outros tipos de tecnologias produtivas que não necessariamente se converteram em automação. Porém, desde o final da década de 1980 “[...] tem havido uma percepção crescente nos Estados Unidos de que a automação de alta tecnologia era demasiada rígida e propensa a erros” (Krzywdzinski, 2021, p. 12.). Desta forma, a aposta das empresas japonesas na chamada *lean manufacturing* (produção enxuta) reduziu também o foco das empresas automobilísticas europeias na automação de alta tecnologia.

No início da década de 1990, porém, as estratégias foram reorientadas. O arrefecimento da economia revelou a fraqueza do excesso de capacidade das fábricas altamente automatizadas e a incapacidade de reduzir os custos fixos. A produção enxuta surgiu como um novo conceito de gestão focado na reestruturação organizacional em vez da automação (Krzywdzinski, 2021, p. 29).

Entretanto, ainda que o reaparecimento do carro elétrico no mercado tenha sido um incentivador à automação, devido à sua mecânica simplificada, especialmente a parte de transmissão e motor do veículo, permitindo um aumento de 12% para até 30% de automação em alguns casos, a “Tesla recentemente tentou um grande avanço na automação de montagem – o fracasso grandioso deste experimento foi descrito em um artigo no *New York Times*” (Krzywdzinski, 2021, p. 29).

A discussão sobre automação de montagem ganhou novo impulso na década de 2010, quando os primeiros robôs leves chegaram ao mercado. Robôs leves lembram braços humanos e podem ser usados de forma relativamente flexível em trabalhos de montagem. No entanto, existem grandes limitações, porque os robôs leves ainda são muito lentos e só podem trabalhar num ambiente muito padronizado e rígido (Krzywdzinski, 2021, p. 29).

Desta forma, a *lean manufacturing* transformou os paradigmas da produtividade a partir dos anos 1990-2000, e segue sendo na atualidade, em contraste ao caminho da automatização total do processo produtivo. O conceito *lean manufacturing* abrange a coordenação e controle dos processos produtivos, desde o ponto de vista organizacional até o ponto de vista técnico e operacional da força de

trabalho, para otimizar a produtividade, agregado ao conceito do *just-in-time*. A redução do custo operacional em todos os seus âmbitos e o foco no aproveitamento máximo da força de trabalho são elementos constitutivos da *lean manufacturing*. Porém, outro preceito fundamental é a flexibilidade. A capacidade adaptativa da produção ao mercado e às oscilações conjunturais é o elemento mais destacado na pesquisa de Krzywdzinski (2021) para as vantagens competitivas almejadas pelas empresas japonesas.

Um resultado importante da discussão sobre a produção enxuta foi que a organização de processos passou a ter uma influência central na produtividade (Womack *et al.*, 1991). Embora a introdução da produção enxuta também tenha sido acompanhada por técnicas, essas inovações foram de maior importância como forma de apoio às mudanças organizacionais, o pré-requisito para uma automação significativa era o *design* enxuto de processos (Adler; Cole, 1993; Butollo *et al.*, 2018). O estudo clássico de Womack *et al.* (1991) ainda enfatizaram que as plantas mais eficientes eram caracterizadas pelos níveis mais baixos de automação (Krzywdzinski, 2021, p. 18).

A chamada “polivalência” segue como um princípio da produtividade da Jeep, signo da reestruturação produtiva do toyotismo – um contraponto à especialização fordista. No entanto, se apresenta não enquanto trabalhadores multifuncionais que realizam distintas funções ao mesmo tempo, mas integrada ao novo conceito da Indústria 4.0 de “flexibilidade”, uma vez que os operadores podem ser dispostos em funções diferentes a depender das necessidades da produção, em muitos casos, aliás, levando a desvio de funções, segundo relatos registrados nas entrevistas realizadas por Taynara Neves (2017).

Outro elemento “flexível” frequentemente reivindicado na Jeep Goiana é a capacidade de construção de diferentes modelos de veículos em sequência em uma mesma linha de produção sem ter de alterar o *set up* dos equipamentos, um dos fatores decisivos no que diz respeito à economia de tempo na produção. Porém, esta é uma tendência que também vem se desenvolvendo desde os anos 1990 pelas empresas japonesas.

Algumas empresas – como a Daimler e a Volkswagen – começaram a restringir a flexibilidade das linhas de carroçarias a partir da década de 1990, com cada linha produzindo apenas uma família de modelos. O preço de determinada tecnologia avançada limitava a flexibilidade. Outras empresas continuaram a procurar flexibilidade, o que exigiu o desenvolvimento de dispositivos de fixação complexos que pudessem acomodar de forma flexível componentes de diferentes tamanhos e com

diferentes pontos de fixação. As empresas japonesas foram particularmente bem-sucedidas em tornar os processos de construção de carroçarias mais flexíveis. Os sucessos não foram o resultado de uma estratégia sofisticada de digitalização (ou mesmo de inteligência artificial), mas foram o produto de arquiteturas de produtos bem pensadas no que diz respeito à sua “capacidade de fabricação” (Fujimoto, 1997; Adler *et al.*, 1999). Um excelente exemplo é a Nova Linha Global de Carroceria introduzida pela Toyota no início dos anos 2000 (cf. Brown, 2004). Já na década de 1990, vários modelos de veículos podiam ser produzidos nas linhas de carrocerias da Toyota; a flexibilidade baseava-se num sofisticado sistema de ferramentas de preensão e paletes utilizadas para agarrar e posicionar as peças das carroçarias a serem soldadas. No entanto, a mudança das ferramentas de preensão demorava tempo e o seu armazenamento exigia muito espaço. A inovação central da New Global Body Line foi a introdução de uma ferramenta de fixação universal, que foi movida de cima do carro para o interior da carroceria e foi usada para fixar as peças no lugar durante o processo de soldagem. Ao padronizar os pontos de fixação em um grande número de modelos de veículos, a empresa pôde produzir até oito modelos em uma linha de soldagem com a mesma ferramenta. A Toyota estimou a economia nos custos dos equipamentos de produção em 50% e nos custos de lançamento de novos modelos em 70% porque o equipamento quase não precisou ser trocado (Krzywdzinski, 2021, p. 32).

O conceito de “flexibilidade” na Jeep Goiana, enquanto princípio da Indústria 4.0, também pode ser constatado na capacidade de adaptação da linha de produção a diferentes tipos de veículos que podem ser montados em sequência sem a necessidade de paradas para reconfiguração da disposição do processo, assim como a personalização de cada unidade. Uma mesma linha de montagem é capaz de produzir quatro modelos de veículos diferentes em sequência, assim como unidades com configurações diferentes de equipamentos. Em grande medida, esta capacidade “flexível” se dá não apenas pela compatibilidade da maquinaria, mas especialmente pela integração das tecnologias de comunicação. Uma vez que o aparato informacional está integrado ao maquinário e à disposição dos operadores, as especificidades de cada produto estão previamente informadas em cada etapa e posto dos processos, assim como cada componente necessário para montagem está previamente disposto para cada unidade específica. Este esquema organizacional produtivo é denominado pela Jeep como *lean production, just in time in sequence*.

Em suma, os elementos que consideramos preponderantemente qualitativos para o enquadramento da Jeep Goiana enquanto um modelo de Indústria 4.0 estão nas tecnologias da comunicação que possibilitaram o padrão *Just in time* no toyotismo, integradas às células de produção, agora também se incorporando na linha fordista e manual da montagem, posto a posto; assim como com o conjunto da

cadeia produtiva, a partir da tecnologia IoT (*Internet of Things, internet das coisas*), do *Big Data* e da inteligência artificial, intensificando o padrão *just in time* e constituindo o padrão *just in time in sequence*. O conceito de *smart factory* (fábrica inteligente) e espaço ciberfísico, possibilitado pela digitalização dos processos, integração digital via IoT, supervisão e otimização de processos através de *softwares* de produção, como PLMs (*Product Lifecycle Management, Gerenciamento de Ciclo de Vida do Produto*), SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition, Sistemas de Supervisão e Aquisição de Dados*), agregados a Inteligências Artificiais, são os elementos de alta tecnologia presentes em todas as esferas empresariais e produtivas na Jeep Goiana, com o objetivo de otimização dos processos a serviço de potencializar os conceitos de *lean production* (produção enxuta).

Segundo Krzywdzinski (2021), o processo de digitalização das automobilísticas vem se desenvolvendo embrionariamente desde os anos 1990 a fim de realizar o controle de qualidade, com o advento dos conceitos de Qualidade Auxiliada por Computador (CAQ). Sendo que o principal potencializador deste processo foi a busca pela produção enxuta.

Os principais impulsionadores aqui foram a produção enxuta e o surgimento de sistemas certificados de garantia de qualidade. Na década de 1990, a certificação relacionada à qualidade do processo tornou-se uma obrigação para todas as fábricas e fornecedores automotivos e gerou requisitos consideráveis de documentação. Como resultado, as linhas de produção foram cada vez mais equipadas com dispositivos de medição digitais, que foram miniaturizados na década de 1990 e substituíram os dispositivos de medição manuais que tinham sido amplamente utilizados até então (Krzywdzinski, 2021, p. 33).

Os projetos de digitalização, ainda largamente isolados da década de 1990, culminaram, na década de 2000, numa intensa discussão sobre a “Fábrica Digital” (Krzywdzinski, 2021), mais de 10 anos antes do início da discussão sobre a Indústria 4.0. Em princípio, a “Fábrica Digital” deveria integrar todos os sistemas, mas o foco estava principalmente no desenvolvimento de produtos e no planejamento de processos, com a promessa de que reduziria pela metade os tempos de desenvolvimento e planejamento. As empresas viram um enorme potencial de redução de custos neste campo, especialmente porque o número de modelos de veículos oferecidos pelas empresas e a sua complexidade aumentaram ao mesmo tempo, fruto da globalização e da disputa por mercado.

Todos os conjuntos de artefatos digitais da Jeep Goiana são componentes constitutivos da Indústria 4.0, onde se apresenta o maior nível de automação, neste caso, não mecânica, mas digital. Ainda que digitalização não seja o exato correlato à automatização (Krzywdzinski, 2021), as automações digitais integram processos automatizados, semiautomatizados e não automatizados, mesmo onde prepondera a força de trabalho, a partir dos componentes inteligentes e equipamentos de suporte informacional, transformando a fábrica em um todo digitalizável.

O termo digitalização geralmente se refere à conversão de informações analógicas em formato digital. Quando aplicado ao mundo do trabalho, pode ser entendido como o estabelecimento de redes entre máquinas, bem como a utilização de sistemas de *software* e bases de dados digitais para monitorar, controlar e otimizar os processos de trabalho.

Neste sentido, a digitalização sobrepõe-se apenas parcialmente à automação. Em alguns casos, pode significar definir a automação como algo que ocorre quando certos cálculos e visualizações que antes eram feitos por humanos são agora criados automaticamente pelo *software* (Krzywdzinski, 2021, p. 23).

Segundo as conclusões de Krzywdzinski (2021), embora a discussão pública tenha se concentrado em grande parte no tema dos “robôs” e, portanto, na potencial automação do trabalho manual, mesmo uma breve olhada na Indústria 4.0 revela que ela tem mais a ver com atividades de monitoramento e manutenção em processos de produção e com planejamento de atividades de otimização e desenvolvimento, “em outras palavras, trabalho de conhecimento”, que podemos interpretar como trabalho e atividade intelectuais.

O trabalho do conhecimento combina processos de aquisição de conhecimento, objetivação de conhecimento e retransmissão de conhecimento (Malsch, 1987). Na aquisição de conhecimento, são utilizados procedimentos padronizados – isto é, representáveis por algoritmos – e experiência; objetivação do conhecimento significa a sistematização do conhecimento por meio da definição de regras, conceitos etc. A retransferência de conhecimento significa a tradução do conhecimento objetivado em conhecimento de aplicação. O trabalho do conhecimento implica um vaivém constante entre, por um lado, procedimentos objetivados e, por outro, atividades vivenciadas e criativas. Vários estudos argumentam que são precisamente os componentes do conhecimento que não podem ser objetivados e que são baseados na experiência e na interação que estão se tornando cada vez mais importantes (cf. Rammert, 1999; Wilkesmann, 2005). A digitalização pode referir-se à automação dos elementos representáveis por algoritmos do trabalho do conhecimento; no entanto, no que diz respeito às atividades criativas, é principalmente uma forma de apoio técnico (Krzywdzinski, 2021, p. 27).

A ênfase na digitalização e automatização da condução dos processos produtivos enquanto um elemento próprio da Indústria 4.0, do ponto de vista histórico, também é afirmado enquanto uma conclusão de pesquisa de Valéria Cirillo *et al.* (2020).

Resumindo, entre os nossos principais adotantes, embora o impulso para a automação pura seja fraco, foram dedicados esforços significativos à implementação da digitalização e interligação de equipamentos de produção. Estas conclusões, embora baseadas em estudos de caso selecionados, são corroboradas por análises recentes baseadas em inquéritos que mostram como a adoção italiana da I4.0 é bastante limitada e diz respeito principalmente a artefatos digitais, tais como *software* de planejamento de produção (Cirillo *et al.*, 2020, p. 11).

Para Cirillo *et al.* (2020), também há uma confluência na adoção do incremento tecnológico nos ramos produtivos, em particular industrial, com a busca da produção enxuta visando maior flexibilidade. Neste sentido, o conceito de *smart factory* representa um grau elevado da digitalização, ou então da “fábrica digital”, pois não somente reflete o processo de digitalização dos processos fabris. O termo “inteligente” também diz respeito à capacidade flexível de adaptação e otimização de recursos.

Porém, Krzywdzinski (2021) ressalta, em sua pesquisa, que a Indústria 4.0 não descreve um modelo de produção coerente, mas, sim, um conjunto de desenvolvimentos técnicos muito diferentes. A ligação em rede de equipamentos de produção e a intensificação da recolha, análise e utilização de dados de processo para monitorar e otimizar os processos de trabalho e produção desempenham um papel central. Agrega-se, também, elementos de tecnologia nos processos não automatizados que auxiliam a força de trabalho através de equipamento e ferramentas inteligentes, uma tendência analisada tanto por Pinto (2020) quanto por Krzywdzinski (2021).

A ergonomia dos processos de montagem foi melhorada pela introdução de cada vez mais meios auxiliares de elevação, carrinhos de peças que se movem ao longo da linha de montagem e outros meios auxiliares. Além disso, foram introduzidos sistemas de assistência para apoiar os processos de trabalho. Isso começou em meados da década de 1990, com o uso crescente de chaves de fenda com controle automático de torque e ângulo de rotação, o que minimizou conexões roscadas defeituosas. A partir de meados da década de 1990, Audi, BMW e outras empresas começaram a instalar painéis informativos em postos de montagem que exibem informações sobre as peças e características especiais exigidas em cada caso a partir de um número de identificação lido no veículo; isso auxilia os

trabalhadores. Na década de 2000, empresas como Audi e Daimler começaram a instalar sensores a laser que controlam o tamanho das juntas e o posicionamento do módulo em auxiliares de elevação para instalação de módulos pesados, como o *cockpit*. As empresas experimentaram o uso de óculos de dados, relógios inteligentes e outros dispositivos para fornecer informações aos trabalhadores que completam os processos de montagem e logística (Evers *et al.*, 2019). Desde 2010, as empresas têm experimentado a utilização de óculos de dados, relógios inteligentes e outros dispositivos para fornecer informações aos trabalhadores que completam os processos de montagem e logística (Krzywdzinski, 2021, p. 30).

Na Jeep, também observamos as conclusões de Pinto (2020) quanto à implementação da Indústria 4.0 na Mercedes-Benz de São Bernardo do Campo, onde as tecnologias da Indústria 4.0 tendem a intensificar os elementos dos modelos produtivos anteriores, antes de conformar, de fato, um novo modelo completamente distinto. No caso da Jeep, observamos um aprofundamento dos elementos característicos do fordismo e do toyotismo, que, assimilados em uma unidade pelas tecnologias 4.0, acentuam as mesmas características que elevam a produtividade e a exploração do trabalho.

Quanto aos aspectos organizacionais e artefactuais (por assim dizer) da plataforma da Indústria 4.0, é importante observar que, como em outros momentos de ruptura com continuidade, característicos das crises de todo modo de produção – e o capitalismo não foge à regra –, a sedimentação de traços fundamentais que perfazem a continuidade deve prevalecer sobre as rupturas, sob pena de desestabilização. Em termos concretos, assim como o toyotismo superou (assimilando) as bases da produção fordista, a Indústria 4.0 antes radicalizará, em vez de abandonar, os princípios da *lean manufacturing*. Que princípios? A redução dos estoques (de materiais, de espaços, de força de trabalho e de “bolhas” de tempo nas jornadas); a busca de uma customização ligada ao ideal do estoque zero; a extração, acumulação e processamento de dados (a partir das máquinas, dos/as trabalhadores/as e até mesmo do/as consumidores/as dos produtos e serviços); o elevado nível de controle e vigilância, ora aperfeiçoados pela digitalização dos processos (permitindo a simulação), pela IoT, pela IA e pelo *Big Data*, provendo as gerências de previsibilidade (Pinto, 2020, p. 214).

Deste modo, também podemos observar na implementação da Indústria 4.0 da Mercedes-Benz de São Bernardo do Campo o objetivo de aprofundar os conceitos da *lean manufacturing*. Ainda que os processos e modelos de implantação tecnológicas sejam diferentes entre as duas empresas, os objetivos, do ponto de vista da competição de mercado e elevação da produtividade, são regidos pelos mesmos conceitos.

Concluimos, então, que os preceitos da produção enxuta se tornaram preponderantes desde os anos 1990, e seguem regendo até mesmo as plantas automobilísticas mais modernas, que apostam na implantação tecnológica. Ainda que o emprego de tecnologia e automatização, ao longo dos anos 1990 e 2000, tenha reduzido qualitativamente a quantidade de trabalhadores nas automobilísticas, tendo como exemplo a Fiat Betim, que em seu auge de contratação da força de trabalho chegou a empregar mais de 40 mil trabalhadores, os modelos da Indústria 4.0 que vêm sendo aplicados, em particular na Jeep Goiana, não se apresentam com um aprofundamento desta tendência. Desta forma, a implantação tecnológica na Jeep Goiana não almeja a automação total da planta, nem necessariamente a elevação qualitativa da substituição da força de trabalho e a automatização das atividades laborativas – onde é predominante, assim como, por exemplo, na montagem –, mas, sim, a automatização das atividades imateriais de coordenação, organização do processo produtivo e controle, através da digitalização do espaço ciberfísico e do aprofundamento da produção enxuta.

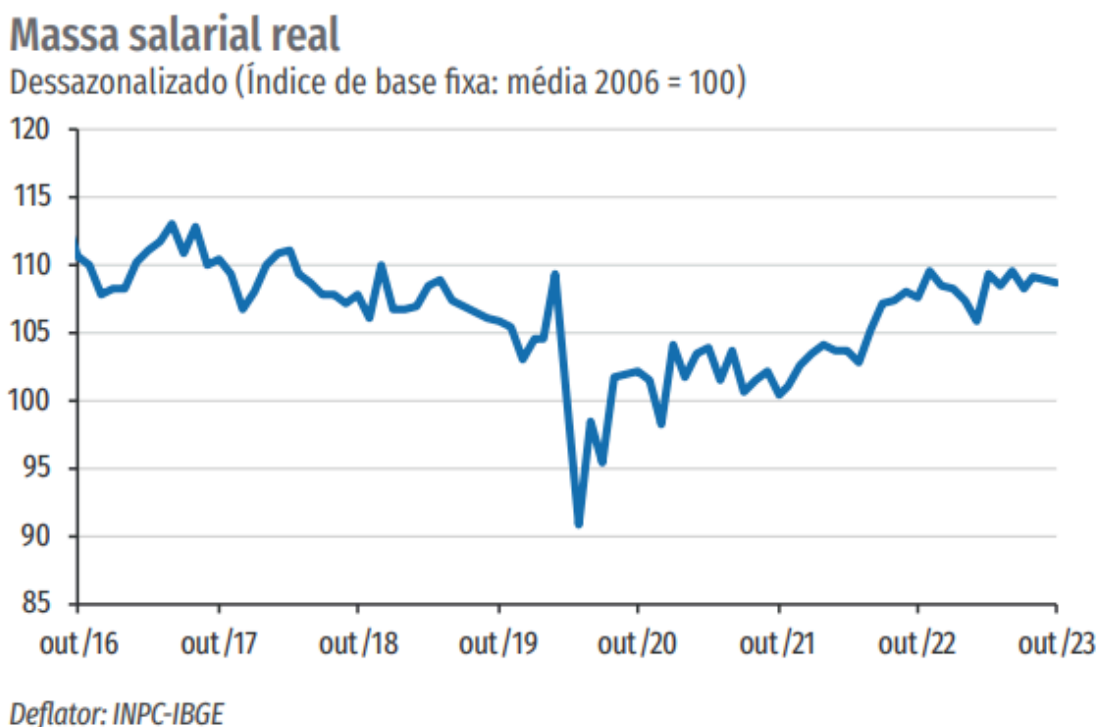
2.4 O LUGAR DA JEEP GOIANA E DA INDÚSTRIA 4.0 NO PARQUE INDUSTRIAL BRASILEIRO

Em meio a este cenário econômico internacional, um artigo de Iuri Tonelo e Flávio Ramos (2021), realizando uma análise sobre a indústria brasileira, aponta para uma reprimarização da economia, com redução drástica da participação da indústria no PIB brasileiro. Neste artigo, os autores argumentam que altos incentivos ao agronegócio nas últimas décadas, mas especialmente durante o governo Bolsonaro, constituiu uma indústria de baixo valor agregado no Brasil, elevando também a dependência brasileira do capital imperialista. Desta forma, questionam a validade das previsões quanto à Indústria 4.0 para o cenário Brasileiro, somando à discussão o cenário de crise econômica que impõe limites para o investimento tecnológico dos parques industriais.

No relatório de Indicadores Econômicos Industriais da CNI, de outubro de 2023, disponível no Portal da Indústria, podemos mensurar o impacto da pandemia neste setor e uma recuperação parcial nos anos seguintes. No Gráfico 1, podemos observar que a massa salarial que já vinha em queda oscilante desde 2017

apresenta uma brusca queda em 2019. A partir de 2020, a massa salarial se recompõe gradativamente até retornar aos patamares do início desta série histórica.

Gráfico 1 – Gráfico de massa salarial real na indústria brasileira do relatório de Indicadores Econômicos Industriais da CNI, de outubro de 2023



Fonte: CNI (2023).

Já no que se refere ao emprego, observando o Gráfico 2, é possível observar uma recuperação significativa pós-pandemia, a partir de 2020, superando os patamares do vale entre 2016 e 2019, apresentando, atualmente, uma tendência de estagnação. Entretanto, a recuperação de empregos após 2019, ao contrário da massa salarial, alcança proporções superiores a 2016. Podemos atribuir a diferença na proporção do aumento de empregos e o aumento da massa salarial real à redução relativa no poder aquisitivo salarial após a pandemia e ao impacto da reforma trabalhista, que abordaremos em mais detalhes posteriormente.

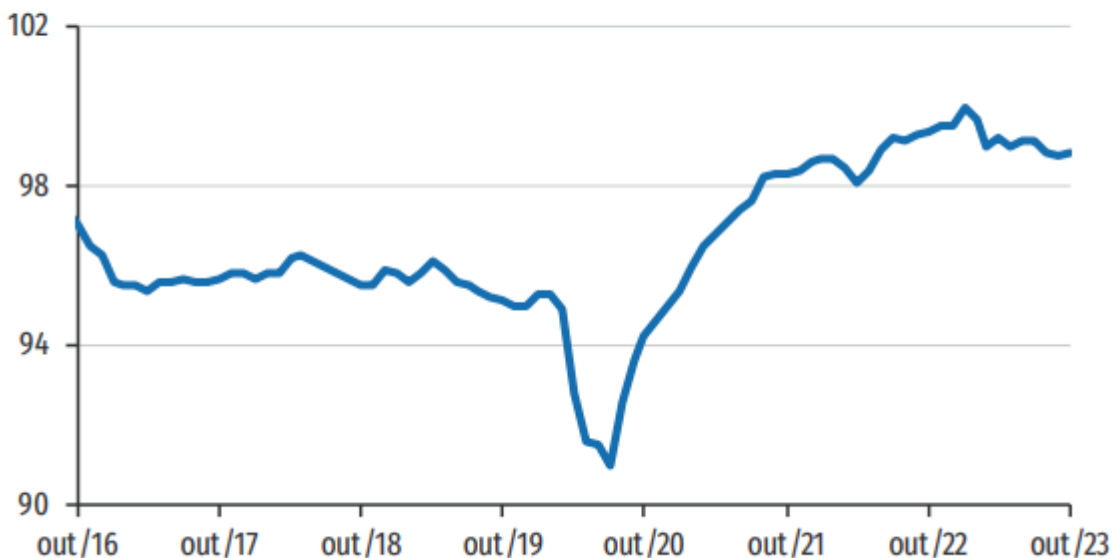
O faturamento real das empresas também teve significativa recuperação após a pandemia, retornando aos patamares de 2018 e mantendo uma certa estabilidade, conforme podemos observar no Gráfico 3. Neste gráfico, é possível observar uma forte queda no faturamento real em 2018, e uma queda ainda superior em 2019,

coincidindo com o eclodir da crise econômica internacional e com a pandemia, respectivamente.

Gráfico 2 – Gráfico de emprego na indústria brasileira do relatório de Indicadores Econômicos Industriais da CNI de outubro de 2023

Emprego

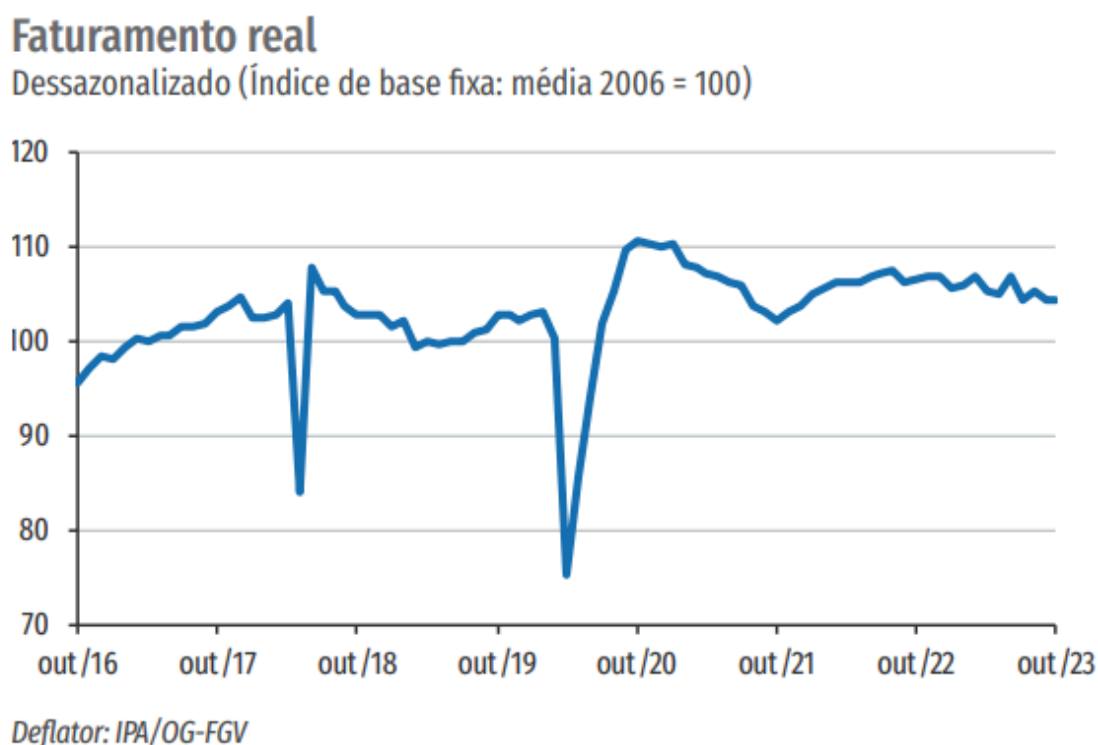
Dessazonalizado (Índice de base fixa: média 2006 = 100)



Fonte: CNI (2023).

Analisando os Gráficos 1, 2 e 3, de forma geral, percebemos que a recuperação da atividade industrial brasileira pós-pandemia colocou este setor de volta nos índices dos anos 2017-2018, porém, segue uma tendência de estagnação. Embora o período entre 2017 e 2020 seja muito curto para traçar tendências sólidas a respeito do impacto da reforma trabalhista e da previdência na viabilidade de expansão do setor industrial brasileiro, podemos afirmar, com certeza, que a pandemia significou uma forte interrupção do desenvolvimento esperado pela própria burguesia, que ansiava por tais reformas a ponto de protagonizarem o golpe institucional de 2016 (Urbano, 2019). A tendência pós-pandemia, entretanto, mesmo com a enorme destruição do mundo do trabalho, também não aponta para um cenário distinto, ao menos na indústria.

Gráfico 3 – Gráfico com faturamento real da indústria brasileira do relatório de Indicadores Econômicos Industriais da CNI de outubro de 2023



Fonte: CNI (2023).

A explicação para esta realidade, para além dos pontos apresentados pelo artigo de Flávio Ramos e Iuri Tonelo (2021), também pode estar associada ao cenário internacional, não apenas de estancamento recessivo, mas também devido aos devidos geopolíticos que multiplicaram durante e após os anos endêmicos da Covid-19. Vide, a guerra na Ucrânia, que trataremos com mais detalhes à frente.

Antes de seguirmos analisando a tendência da indústria brasileira pós-pandemia, avaliamos o desenvolvimento da Indústria 4.0 no setor automotivo a partir das informações oferecidas pelo Portal da Indústria.

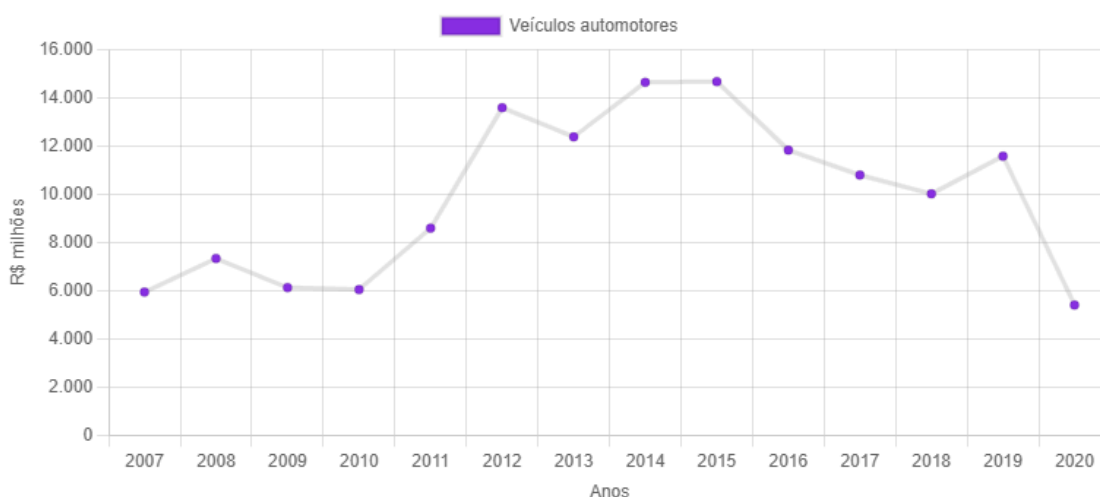
No Gráfico 4, referente a investimentos relacionados à aquisição e a melhorias de ativos imobilizados, ou seja, em capital fixo, é possível verificar uma tendência ascendente a partir de 2010, imediata pós-crise de 2008, marcada pela propagação dos primeiros conceitos da Indústria 4.0 e seus prognósticos. Esta tendência segue crescente, mesmo em situação recessiva até 2018, caindo drasticamente em 2022, durante a pandemia. A diferença entre a média

praticamente estável de investimentos em capital fixo entre 2007 e 2010, e o pico entre anos de 2012 e 2015 está na casa de R\$ 8 milhões anuais. Ou seja, se considerarmos a incidência de investimentos em capital fixo durante pelo menos 4 anos neste montante, podemos deduzir que a efervescência da Indústria 4.0 é coincidente com um montante de R\$ 32 milhões investido em aquisição e melhorias na indústria nacional.

Gráfico 4 – Gráfico de aquisição de ativos imobilizados da indústria automobilística brasileira

AQUISIÇÕES E MELHORIAS LÍQUIDAS DE ATIVO IMOBILIZADO

EM MILHÕES DE R\$, EM VALORES CORRENTES



Fonte: Portal da Indústria, s.d.

Vale observar, todavia, que segundo o Gráfico 5, referente à participação da indústria nacional no investimento empresarial em pesquisa e desenvolvimento, que apresenta uma queda significativa que se inicia em 2011, e segue até atingir um platô inferior a partir de 2015. O que nos leva à dedução de que o investimento realizado pela indústria durante o período de alta de investimentos em capital fixo ocorreu, majoritariamente, a partir de tecnologia importada.

Portanto, para a nossa análise, é necessário levar em conta a flutuação do dólar no período nas possíveis variações de investimentos. Para termos um parâmetro neste quesito, o preço do dólar⁴, que desde o ano 2005 até 2014 vinha oscilando entre R\$ 1,69, mínima deste período registrado em 2010, e R\$ 2,29,

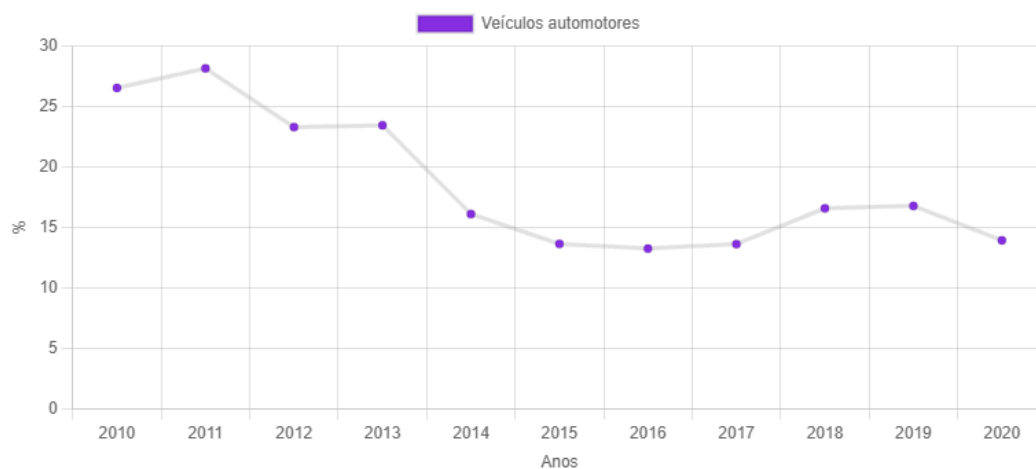
⁴ Os valores apontados foram registrados no mês de novembro de cada ano.

máxima deste período registrada em 2005, em 2015 ganha um solavanco ascendente, passando para R\$ 3,87, e que segue até os dias atuais, chegando a R\$ 5,06, em 2023.

Gráfico 5 – Gráfico com investimentos em pesquisa e desenvolvimento da indústria automobilística brasileira

**PARTICIPAÇÃO NO INVESTIMENTO EMPRESARIAL EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D)
DA INDÚSTRIA**

(%)



Fonte: Portal da Indústria, s.d.

É possível, portanto, constatar uma relação coincidente entre o aumento consecutivo do dólar a partir de 2015 e a queda também consecutiva nos investimentos de capital tecnológico importado a partir desta mesma data, tal como apresentado no Gráfico 5.

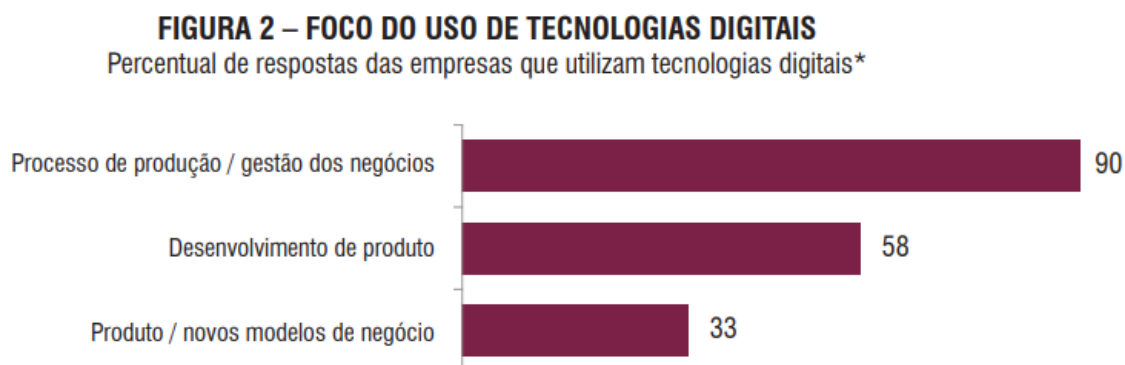
Da relação feita até aqui, podemos, portanto, apontar para um ciclo de investimentos tecnológicos efetuado pela indústria brasileira até 2015, a partir da importação de bens de capital e tecnologia, e uma redução após o golpe de 2016, que coincide com o aumento do dólar. Também podemos verificar outro ponto de conexão com a tese de Geraldo Augusto Pinto (2020) no que se refere à exportação de capital, *know-how*, proveniente do fervor da Indústria 4.0.

Sigamos nossa análise para os dados apontados pela CNI referentes à Indústria 4.0 no Brasil, de forma geral. Em 2018, o relatório de Investimentos em Indústria 4.0 realizado pelo CNI constata que:

Nos últimos anos, houve um aumento significativo no número de indústrias brasileiras que utilizam tecnologias digitais, ou seja, que estão na Indústria 4.0, ainda que em estágio inicial. Entre o início de 2016 e o de 2018, o percentual das grandes empresas que utilizam pelo menos uma das tecnologias digitais consideradas nas pesquisas passou de 63% para 73% (CNI, 2018, p. 11).

No mesmo sentido que verificamos no caso da Jeep Goiana e do panorama internacional sobre a Indústria 4.0 e as automobilísticas, o centro dos investimentos característicos da Indústria 4.0 vem sendo em “tecnologias digitais para aumentar a eficiência do processo de produção e melhorar a gestão dos negócios, em especial, a automação digital, com sensores para controle de processo” (CNI, 2018, p. 11).

Gráfico 6 – Gráfico com os objetivos de uso das tecnologias da Indústria 4.0 utilizados na indústria brasileira



Fonte: CNI (2018).

O Gráfico 6, retirado do relatório da CNI (2018), apresenta os principais focos das empresas no incremento digital, sendo que 90% destas apostam no “Processo de produção e gestão de negócios”.

Figura 18 – Tabela de itens tecnológicos da Indústria 4.0 utilizados na indústria brasileira em 2018

TABELA 2 - EMPRESAS QUE UTILIZAM TECNOLOGIAS DIGITAIS: COMPARAÇÃO ENTRE 2016 E 2018
 Percentual de respostas do total de empresas respondentes (%)

FOCO	TECNOLOGIA	SONDAGEM ESPECIAL 2016*	PESQUISA INVESTIMENTOS NA INDÚSTRIA 2018
Processo de produção/ gestão dos negócios	Automação digital sem sensores	15	..
	Automação digital sem sensores, uso de Controlador Lógico Programável (CLP) sem sensores	..	30
	Automação digital com sensores para controle de processo	40	46
	Automação digital com sensores com identificação de produtos e condições operacionais, linhas flexíveis	13	23
	Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) da empresa	..	21
	Monitoramento e controle remoto da produção com sistemas do tipo MES e SCADA**	10	19
	Manufatura aditiva, robôs colaborativos (<i>cobots</i>)	..	13
	Sistemas inteligentes de gestão, como comunicação M2M (máquina-máquina), gêmeo digital (<i>Digital Twin</i>) e Inteligência artificial (IA)	..	9
Desenvolvimento de produto	Sistemas integrados de engenharia para desenvolvimento e manufatura de produtos	27	37
	Manufatura aditiva, prototipagem rápida ou impressão 3D	9	..
	Prototipagem rápida, impressão 3D e similares	..	16
	Simulações/análise de modelos virtuais para projeto e comissionamento (Elementos Finitos, Fluidodinâmica Computacional, etc.)	8	13
Produto/novos modelos de negócio	Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>)	13	..
	Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) sobre o mercado; monitoramento do uso dos produtos pelos consumidores	..	9
	Utilização de serviços em nuvem associados ao produto	7	16
	Incorporação de serviços digitais nos produtos (Internet das Coisas ou <i>Product Service Systems</i>)	4	11

Notas: A soma dos percentuais supera 100% devido a possibilidade de múltiplas respostas.

.. Opção que não estava disponível na pesquisa em questão.

*Fonte: CNI (2016).

**MES – Manufacturing Execution Systems; SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition.

Fonte: CNI (2018).

O relatório ainda aponta que 48% das empresas pretendiam investir em tecnologias digitais em 2018, o número salta para 81% quando se refere a grandes empresas, e sete a cada dez grandes indústrias já utilizavam tecnologias digitais, de forma que “73% já se encontram na Indústria 4.0, ainda que em estágio inicial de

implantação das tecnologias” (CNI, 2018, p. 13), e adotam pelo menos um dos tipos de tecnologia digital apresentados em uma lista com 13 opções apontadas pela pesquisa da CNI. Das empresas que pretendiam investir em tecnologias 4.0 em 2018, 96% já utilizavam ao menos uma dessas tecnologias, sendo que a “maioria das empresas investirão nas tecnologias que já utilizam” (CNI, 2018, p. 19). A Figura 18 apresenta os 16 itens elencados na pesquisa e um comparativo entre os anos de 2016 e 2018.

Das tecnologias listadas,

[...] automação digital com sensores para controle de processos é a tecnologia mais utilizada pelas empresas (46% de assinalações). Em segundo, aparece Sistemas integrados de engenharia para desenvolvimento e manufatura de produtos (37% de assinalações) (CNI, 2008, p. 13).

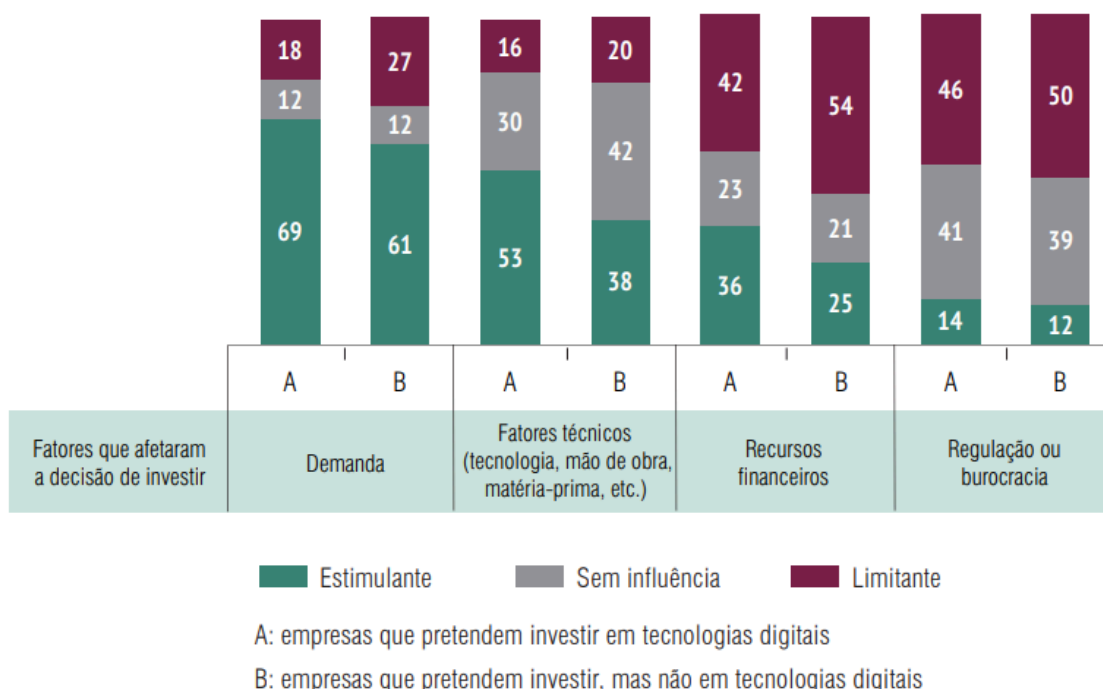
As tecnologias que permitem linhas mais flexíveis, integradas e autônomas ainda são pouco utilizadas, segundo o relatório. Somente 23% utilizam automação digital com sensores com identificação de produtos e condições operacionais para linhas flexíveis. Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (*Big Data*) aparecem com 21%; e Monitoramento e controle remoto da produção com sistemas do tipo MES e SCADA, com 19%. É especialmente importante ressaltar que, no que tange à robótica, apenas 13% das empresas estavam apostando em Manufatura aditiva e robôs colaborativos (*cobots*).

Entretanto, embora a robótica tenha tido um dos menores índices de investimentos na indústria brasileira, a Figura 18 ainda aponta para um expressivo investimento em máquinas e equipamentos, ficando atrás apenas de aquisições de novas tecnologias, incluindo automações digitais, atingindo o patamar de 77% dos investimentos.

Já o Gráfico 7 distribui as intenções de investimento, suas motivações e desmotivações para tanto, separando os grupos nos quais pretendem investir ou não. É perceptível o peso limitante dos recursos financeiros contribuindo para a interpretação que viemos fazendo até aqui, referente ao impacto da crise e da valorização do dólar.

Gráfico 7 – Gráfico com fatores estimulantes e desestimulantes para investimento em tecnologias da Indústria 4.0 na indústria brasileira

Comparação entre as empresas que pretendem (A) e não pretendem (B) investir em tecnologias digitais
Percentual de respostas (%) das empresas que planejam investir em 2018



Fonte: CNI (2018).

Um novo relatório, agora com 18 itens de sondagem, descritos na Figura 19, aponta que o número total de empresa que utilizam ao menos uma tecnologia 4.0 passou de 48% para 69%, mas que a “Indústria 4.0 ainda é incipiente” no Brasil, e que a “maioria das empresas utiliza uma baixa quantidade de tecnologias digitais, indicando que se encontram em uma fase inicial do processo de digitalização” (CNI, 2022, s.p.).

O relatório também reforça a atualidade da flexibilidade produtiva, tal como vínhamos observando na Jeep Goiana, a fim de alcançar aumento de produtividade e redução de custos.

As tecnologias digitais com foco em melhoria do processo produtivo continuam sendo as mais utilizadas. Porém, desde 2016, houve aumento do uso de tecnologias que permitem maior customização de produtos. Por exemplo, o uso de automação com sensores que permite linhas flexíveis de produção aumentou de 8%, em 2016, para 27% em 2021. No entanto, tecnologias mais complexas, como as que envolvem inteligência artificial, continuam muito pouco utilizadas.

Entre os principais benefícios reconhecidos pela indústria da adoção das tecnologias digitais, se encontram o aumento de produtividade, a melhora da qualidade dos produtos e a diminuição dos custos de produção.

Assim como, em 2016, o alto custo de implantação é percebido como a maior barreira interna à empresa para a adoção de tecnologias digitais, com 66% de assinalações, como uma das três principais barreiras (CNI, 2022, s.p.)

A baixa “maturidade” dos processos digitais é ressaltada no relatório, podendo ser observada pelo Gráfico 8, onde é possível notar que atualmente apenas dois terços das empresas que utilizam tecnologia 4.0 apresentam apenas de 1 a 6 dos 18 itens listados.

Figura 19 – Tabela de itens tecnológicos da Indústria 4.0 utilizados na indústria brasileira em 2021

Tabela 1 - Utilização das tecnologias digitais na Indústria

Percentual de respostas (%)

Foco	Tecnologia	2016*	2021
Processo de produção/ gestão dos negócios	Automação digital com sensores para controle de processo	27	46
	Automação digital sem sensores, uso de Controlador Lógico Programável (CLP) sem sensores		39
	Automação digital com sensores com identificação de produtos e condições operacionais, linhas flexíveis	8	27
	Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) do processo produtivo		21
	Inspeção da qualidade automatizada ou avançada		18
	Sistemas integrados de manufatura, como comunicação M2M (máquina-máquina)		17
	Monitoramento e controle remoto da produção com sistemas do tipo MES** e SCADA	7	17
	Manufatura aditiva, robôs colaborativos (<i>cobots</i>)		12
	Ferramentas digitais que aumentam as capacidades dos trabalhadores (<i>smart glasses, smart watches, etc.</i>)		11
Desenvolvimento de produto	Aplicações de Inteligência Artificial para soluções na fábrica		9
	Sistemas integrados de engenharia para desenvolvimento e manufatura de produtos	19	33
	Prototipagem rápida, impressão 3D e similares		16
	Simulações/análise de modelos virtuais para projeto e comissionamento (Elementos Finitos, Fluidodinâmica Computacional, etc.)	5	13
	Simulação de processos e gêmeos digitais (<i>Digital Twins</i>)		3
Produto/novos modelos de negócios	Ferramentas digitais de relacionamento com o cliente (<i>chatbots, atendimento ao cliente interativo, etc.</i>)		25
	Incorporação de serviços digitais nos produtos (<i>Internet das Coisas ou Product Service Systems</i>)	4	14
	Coleta, processamento e análise de grandes quantidades de dados (<i>big data</i>) sobre o mercado; monitoramento do uso dos produtos pelos consumidores		13
	Design assistido por inteligência artificial		4

Nota: A soma dos percentuais supera 100% devido a possibilidade de múltiplas escolhas.

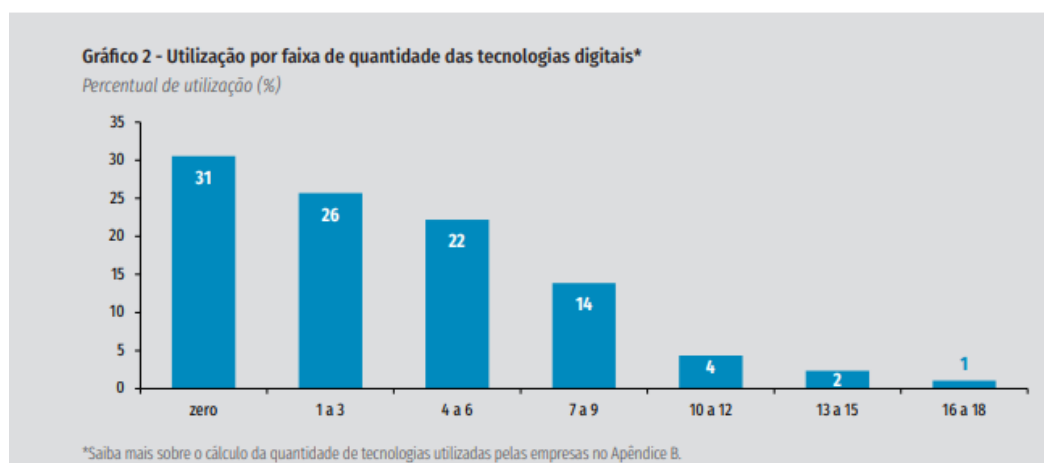
*Os dados de 2016 são de pesquisa de 2016 da CNI (ver Referências). Em 2016, 10 tecnologias foram listadas contra 18 em 2021. A tabela compara apenas as tecnologias que estavam listadas nas duas pesquisas realizadas.

**MES – Manufacturing Execution Systems; SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition.

Fonte: CNI (2021).

Embora as tecnologias 4.0 possam ser implantadas isoladamente, interpretamos que a Indústria 4.0 é um modelo produtivo integrado, tal como analisamos na Jeep Goiana. Portanto, para fins especulativos, podemos considerar que para aproximar-se deste modelo é necessário ao menos mais da metade de seus componentes presentes e interconectados. Concluímos, assim, que, mesmo em 2022, apenas 7% da indústria brasileira contempla integralmente o modelo 4.0, utilizando ao menos 10 dos 18 itens listados, sendo que fábricas que integram a totalidade de suas tecnologias, como a Jeep Goiana, representam apenas 1% da indústria brasileira.

Gráfico 8 – Gráfico com quantidade de itens da Indústria 4.0 utilizados na indústria brasileira



Fonte: CNI (2022).

A pesquisa da CNI ainda indica que o tamanho da empresa influencia o nível de adoção das tecnologias digitais. De forma que, entre as grandes empresas, 86% usam pelo menos uma das 18 tecnologias listadas. Entre as médias, o percentual cai para 64% e, entre as pequenas, para 42%”. A discrepância entre a quantidade de tecnologias utilizadas também se multiplica proporcionalmente a partir do tamanho da empresa, uma vez que:

[...] o percentual de empresas que utilizam até 6 tecnologias entre as empresas de grande porte é cerca de uma vez e meia maior quando comparado com a utilização entre as de pequeno porte. A diferença aumenta para quinze vezes quando observada a utilização de 10 ou mais tecnologias (CNI, 2022, s. p.).

O relatório também afirma que o “uso da digitalização continua focado na melhoria do processo” (CNI, 2022, s.p.).

Chama atenção, no relatório atualizado de 2022 da CNI, que apenas 12% das empresas utilizam robotização e, considerando que a inteligência artificial integrando a condução e realização dos processos produtivos é o elemento mais avançado da Indústria 4.0, apenas 9% das empresas brasileiras apresentam essa tecnologia. Até mesmo SCADA e MES, que são tecnologias constitutivas do controle fabril da Indústria 4.0, apresentam baixa incidência, 17%. Por outro lado, a automação digital com sensores e com uso de CLP representam os maiores índices de incidência, tecnologias que se desenvolveram durante a época das fábricas digitais, entre os anos 1990 e 2000.

Outra informação importante disponível neste relatório indica que o “setor automotivo é o que emprega maior variedade de tecnologias” (CNI, 2022, s.p.), sendo que “8% das empresas do setor utilizam pelo menos 16 tecnologias digitais” (CNI, 2022, s.p.), conforme podemos analisar no Gráfico 9.

Entre os benefícios reconhecidos pelas empresas, referentes às tecnologias 4.0, o relatório da CNI aponta que:

7 a cada 10 empresas (72%) apontaram o Aumento da produtividade como um dos cinco principais benefícios obtidos pela empresa com o uso de tecnologias digitais, tornando esse benefício o mais assinalado. Empatados em segundo lugar, a Melhora da qualidade dos produtos ou serviços e a Redução de custos operacionais, foram assinalados por cerca de 6 a cada 10 empresas (60%) (CNI, 2022, s.p.).

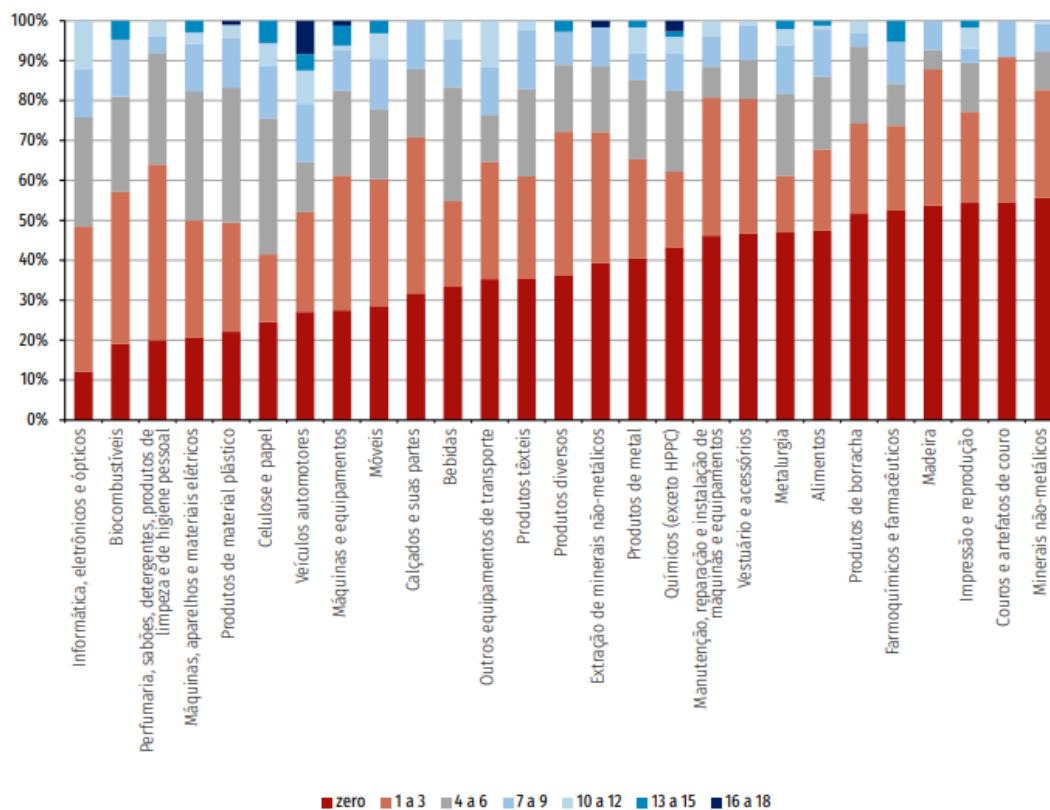
Entretanto, conforme analisamos anteriormente:

o Alto custo de implantação é considerado a maior barreira interna à adoção de tecnologias digitais, independentemente do porte da empresa, opção assinalada por pelo menos 6 a cada 10 empresas (66%). O resultado repete o observado em 2016 (CNI, 2022, s.p.).

Gráfico 9 – Gráfico de quantidade de itens de tecnologia da Indústria 4.0 utilizados na indústria brasileira por ramo

Gráfico 3 - Utilização por faixas de quantidade de tecnologias e por setor.

Percentual de respostas por faixa de uso (%)



Nota: Setores ordenados pelo percentual de empresas que usa pelo menos uma tecnologia digital, do maior para o menor.

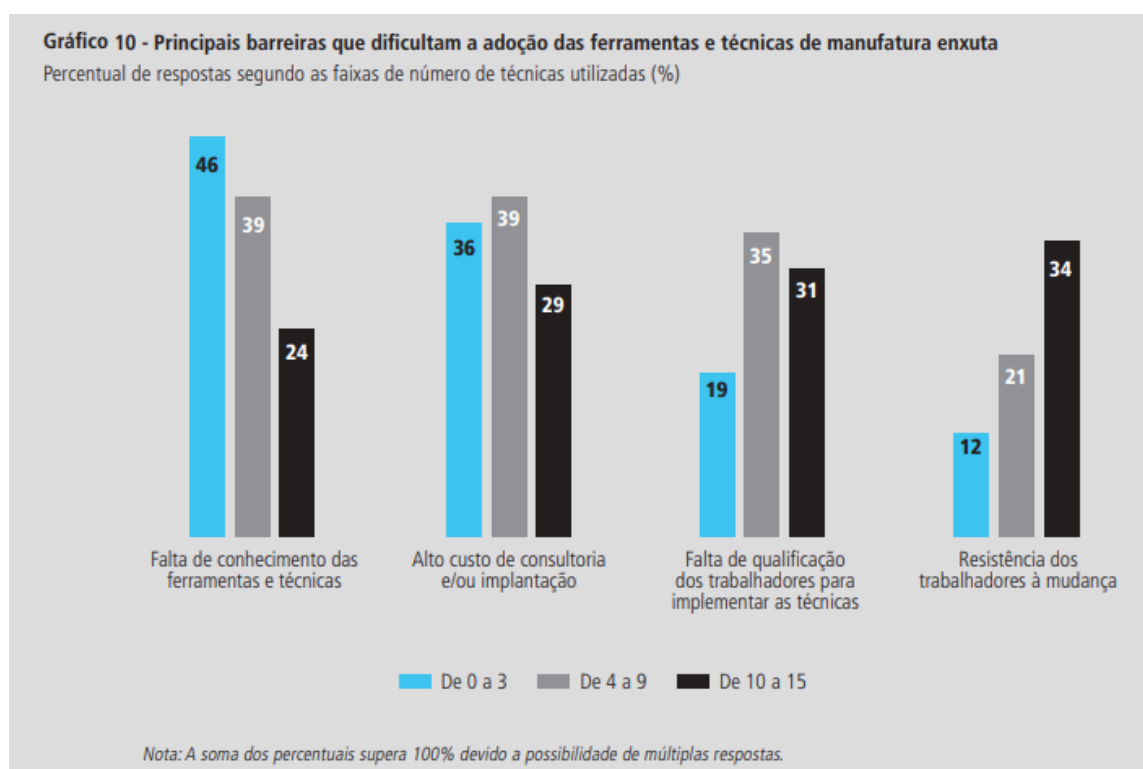
Fonte: CNI (2021).

Outro relatório da CNI de 2019, denominado *Manufatura Enxuta na Indústria de Transformação Brasileira*, alerta para o risco na competitividade para as empresas que não vêm adotando os preceitos da chamada *lean manufacturing* em contexto de Indústria 4.0, afirmando que “estão entre as melhores práticas de gestão de operações aplicadas em sistemas produtivos atualmente” e “a qualidade da gestão torna-se ainda mais relevante no contexto da Indústria 4.0, passo decisivo para a competitividade da indústria” (CNI, 2019, p. 8). Segundo o relatório, “de 15 técnicas associadas à produção enxuta, um terço das indústrias (34%) utiliza de 10 a 15 técnicas, ainda que de forma isolada, mas outros 27% não utilizam nenhuma ou utilizam até 3 técnicas” (CNI, 2019, p. 7). Dentre as empresas que adotam os preceitos da produção enxuta, “as principais motivações para a adoção de ferramentas e técnicas de manufatura enxuta são reduzir desperdícios e aumentar a produtividade” (CNI, 2019, p. 8). O relatório ainda aponta que as três técnicas da

produção enxuta mais utilizadas na indústria são o Trabalho Padronizado, Programa de Melhoria Contínua 5S, Mapeamento de Fluxo de Valor.

No Gráfico 10, fornecido pelo relatório, é revelador que “à medida que o número de técnicas de manufatura enxuta utilizadas na empresa aumenta, outras barreiras se destacam” (CNI, 2019, p.17) e entre as empresas que mais utilizam das técnicas, a principal barreira é a “resistência dos trabalhadores à mudança” (CNI, 2019, p. 17).

Gráfico 10 – Gráfico dos empecilhos para adoção de tecnologias da Indústria 4.0 na indústria brasileira segundo empresários industriais



Fonte: CNI (2021).

Como evidenciamos anteriormente, existe uma relação estreita entre otimização de recursos, produção enxuta, disciplinamento da força de trabalho e coerção. A maioria das práticas da produção enxuta envolve atribuir funções de gerenciamento produtivo aos próprios trabalhadores, tornados vigilantes de sua própria atividade laborativa, dos recursos manipulados, ferramentas, e ambiente de trabalho, além de ter de seguir estritamente a padronização atribuída à tarefa. São exemplos deste tipo de prática a Padronização do Trabalho, Programa 5S, Gestão Visual, Kaizen, 5 Why (Cinco Porquês) e Poka Yoke. Neste sentido, parte da

produtividade adquirida da produção enxuta implica em diluir atividades de gestão e tarefas alienadas de autogestão no ambiente laborativo à própria força de trabalho.

No que diz respeito à reforma trabalhista e à utilização de contrato de trabalho intermitente, os relatórios da CNI de 2021 a respeito de contrato de trabalho intermitente, e de 2022, sobre a importância da reforma trabalhista nas negociações coletivas, revelam a localização estratégica da flexibilidade dos direitos laborais para a produção enxuta.

Com esse contrato, permite-se que a empresa *mantenha vínculo de emprego com o trabalhador, e somente o convoque para serviço específico, remunerando-o por esse período*, e pague imediatamente os valores relativos aos direitos garantidos constitucionalmente e aos demais direitos e benefícios aplicáveis, na proporção do período de prestação de serviço [...]. Nesse sentido, a evolução dessa contratação tem ocorrido em todos os setores da economia de forma paulatina. Segundo dados da RAIS, o Brasil encerrou 2019 com um total de 156 mil vínculos de emprego intermitente, sendo 13% do total na indústria, e 15% na construção civil (CNI, 2021, s.p., grifos nossos).

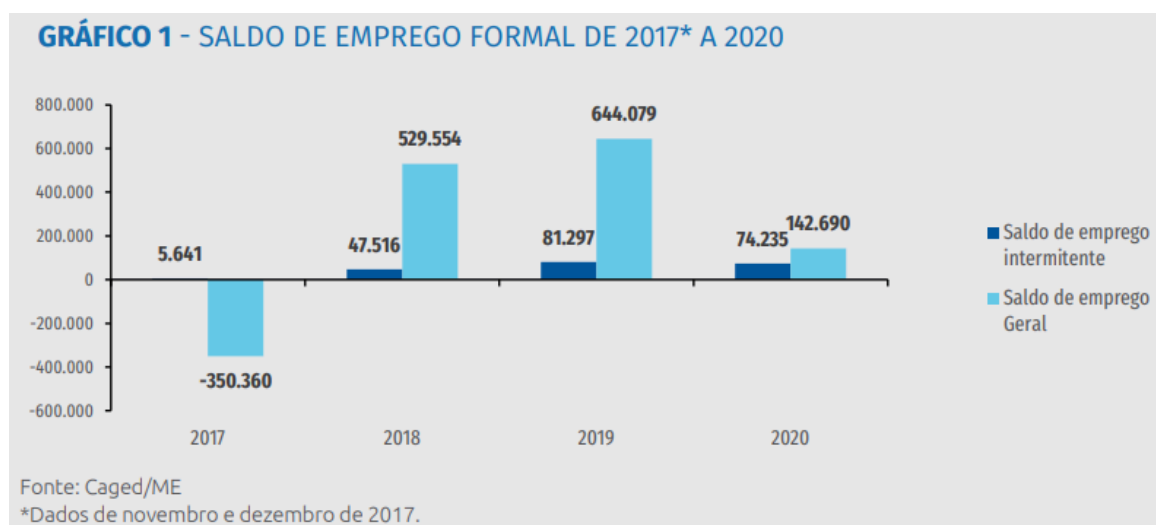
Segundo “dados da RAIS, o Brasil encerrou 2019 com um total de 156 mil vínculos de emprego intermitente, sendo 13% do total na indústria” (CNI, 2021, s.p.). O questionário feito pela CNI foi respondido por 523 empresas de diversos segmentos industriais e de todos os portes entre dezembro de 2020 e janeiro de 2021. Dentre essas, “15% declararam que têm ou que tiveram nos últimos dois anos (2019 e 2020) trabalhadores em contrato intermitente, a sua maioria nas operações industriais (sete em cada dez dessas indústrias)” (CNI, 2021, s.p.). Dentre os fundamentos estratégicos, consonantes aos critérios da produção enxuta e flexível, apontados pelos empresários e possibilitados pelos contratos intermitentes, estão:

[...] para 100% das médias indústrias o contrato de trabalho intermitente é importante para a manutenção de vínculos com pessoal dotado de habilidades ou perfil para certas atividades. Para as pequenas, o percentual ainda é bastante alto: 97%; para 97% das pequenas indústrias, o contrato de trabalho intermitente é importante para lidar com sazonalidades, e para a adaptação no número de empregos em turnos ou rotinas de trabalho; 91% de todas as indústrias que se utilizaram do contrato intermitente concordaram total ou parcialmente que a modalidade era importante para a segurança jurídica e para a formalização de prestadores de serviço eventual (CNI, 2021, s.p.).

No Gráfico 11, disponível no documento de 2021, é possível observar o número de contratações intermitentes em relação à contratação habitual. Em 2019,

“a existência de um total de 156 mil vínculos de emprego intermitente, um crescimento de mais de 150% em relação ao ano anterior, que contou com mais de 61 mil contratos de trabalho intermitente no total” (CNI, 2021, s.p.), representando 39% dos empregos ofertados de um ano para o outro, e 0,5% neste ano. Destes, “cerca de 13% dos contratos intermitentes formalizados em 2019 ocorreram na indústria” (CNI, 2021, s.p.), embora a indústria seja ainda um dos setores com menor incidência, ficando apenas acima da agropecuária.

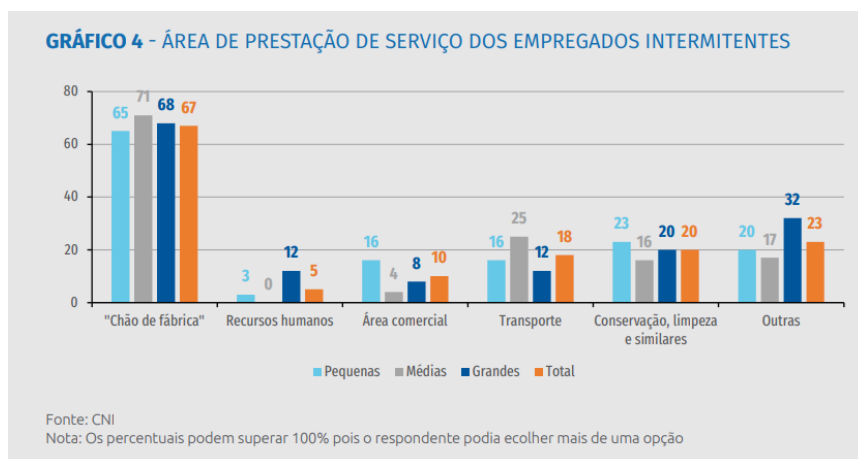
Gráfico 11 – Gráfico de saldo de empregos formais na indústria brasileira entre 2017 e 2020



Fonte: CNI (2021).

Das atividades industriais em que há maior incidência de trabalho intermitente, está o “chão de fábrica”, representando um total de 67% da aplicação desta modalidade, conforme explicitado no Gráfico 12, em contraste discrepante se comparada às outras atividades.

Gráfico 12 – Gráfico de adoção de força de trabalho intermitente por atividade industrial

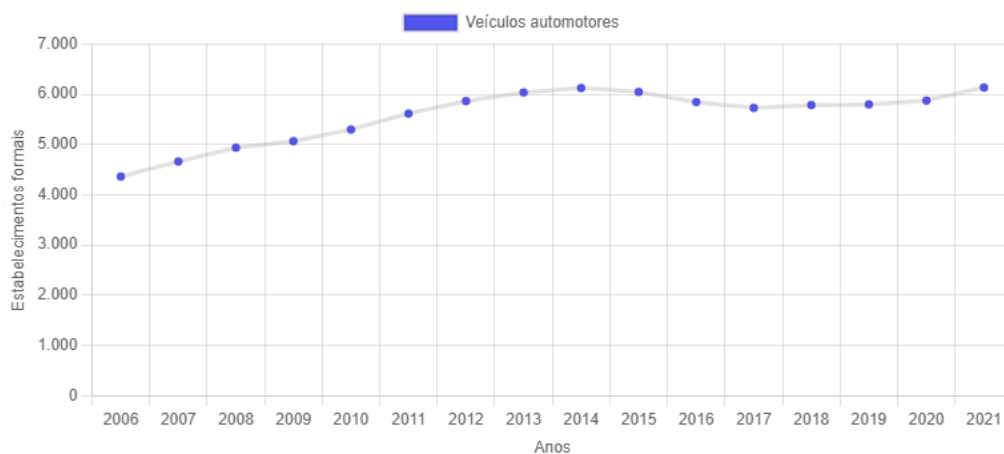


Fonte: CNI (2021).

Tanto a reforma trabalhista quanto a destruição de capital e emprego durante a pandemia, além do ciclo de investimentos em capital fixo que a precedeu, podem ser indicativos que explicam a diferença entre: o Gráfico 2, referente à recomposição de empregos na indústria após a pandemia; o Gráfico 13, indicando o crescimento do número de estabelecimentos formais; e o Gráfico 1, referente à massa salarial real na indústria brasileira, indicando a recomposição da massa salarial na indústria pós-pandemia.

Gráfico 13 – Gráfico com série histórica de aberturas de estabelecimentos formais da indústria automobilística brasileira

ESTABELECEMENTOS FORMAIS
NÚMERO, EM UNIDADES



Fonte: Portal da Indústria, s.d.

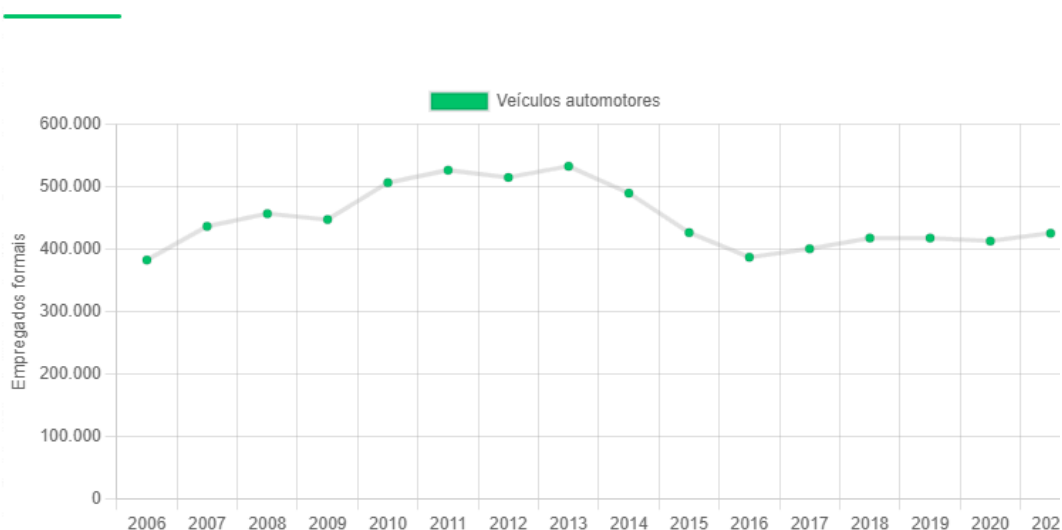
Analisando estes gráficos, percebemos que, embora a recomposição de empregos tenha superado os níveis pré-pandêmicos, a massa salarial, por outro lado, mesmo se recuperando, ficou abaixo dos índices pré-pandêmicos.

Esta diferença pode nos oferecer um indicativo de que tipo de emprego foi gerado nestes últimos anos, ou seja, a diferença nos indica um aumento do emprego precarizado. A proporção de empregos intermitentes presentes no Gráfico 11 apontam para isso. Entretanto, o incremento tecnológico também pode ser um fator, reduzindo a massa salarial a partir da elevação da produtividade do trabalho.

Gráfico 14 – Gráfico com série histórica de empregos formais na indústria automobilística brasileira

EMPREGADOS FORMAIS

NÚMERO, EM UNIDADES



Fonte: Portal da Indústria, s.d.

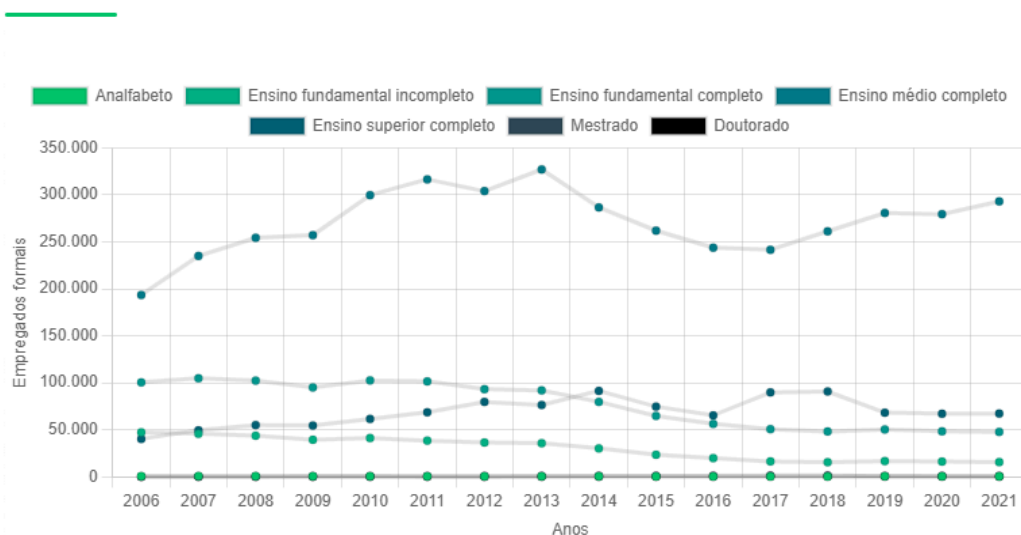
A situação da força de trabalho da indústria automobilística brasileira pode também nos apontar este caminho. Ainda que a recomposição de empregos neste ramo não tenha acompanhado o da indústria em geral, mantendo-se praticamente inalterado desde a crise e o golpe de 2016, como podemos analisar no Gráfico 14, o tipo de emprego requisitado pela grande indústria automobilística manteve-se privilegiando o “chão de fábrica”, como podemos verificar nos gráficos 15 e 17. Mesmo sendo o setor automobilístico o ramo onde o nível de aplicação tecnológica

foi maior, segundo os dados oferecidos pelos relatórios da CNI, não houve aumento qualitativo de postos de trabalho especializados.

Gráfico 15 – Gráfico com série histórica de empregos formais na indústria automobilística brasileira por nível de escolaridade

EMPREGADOS FORMAIS, POR NÍVEL DE ESCOLARIDADE

NÚMERO, EM UNIDADES



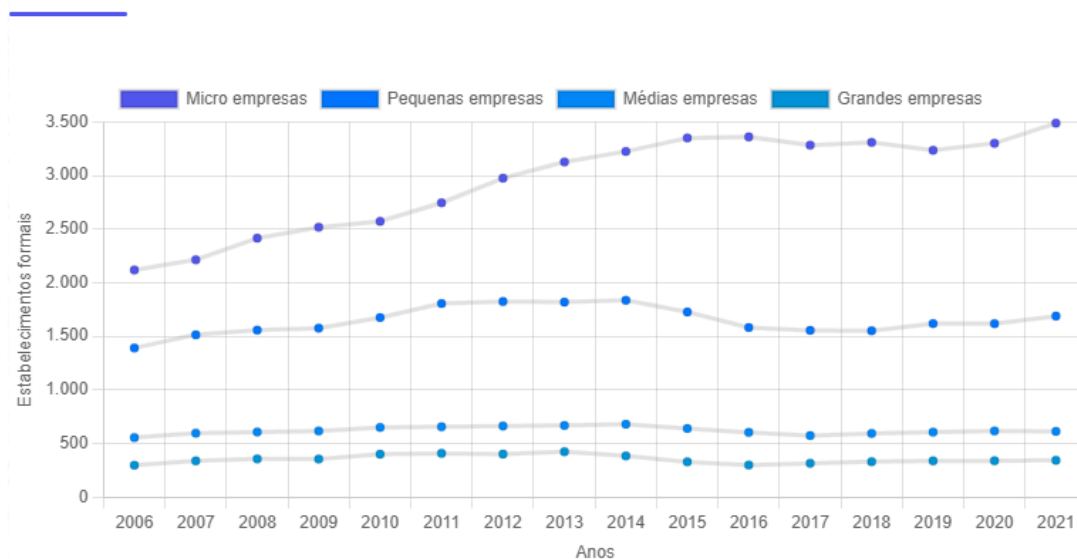
Fonte: Portal da Indústria, s.d.

Outro argumento para o incremento tecnológico no parque industrial automobilístico brasileiro pode ser interpretado pelo Gráfico 16, também disponibilizado pelo Portal da Indústria, que demonstra que o número de estabelecimentos formais de grandes empresas vem aumentando nos últimos 17 anos, com aumento expressivo a partir de 2012, durante a nova era da “indústria digital”. No entanto, conforme apontado pela CNI (2022), as grandes empresas da indústria automobilística apresentam o perfil que mais utiliza tecnologias da Indústria 4.0.

Gráfico 16 – Gráfico com série histórica de aberturas de estabelecimentos formais da indústria automobilística brasileira por porte

ESTABELECIDAMENTOS FORMAIS, POR PORTE

NÚMERO, EM UNIDADES

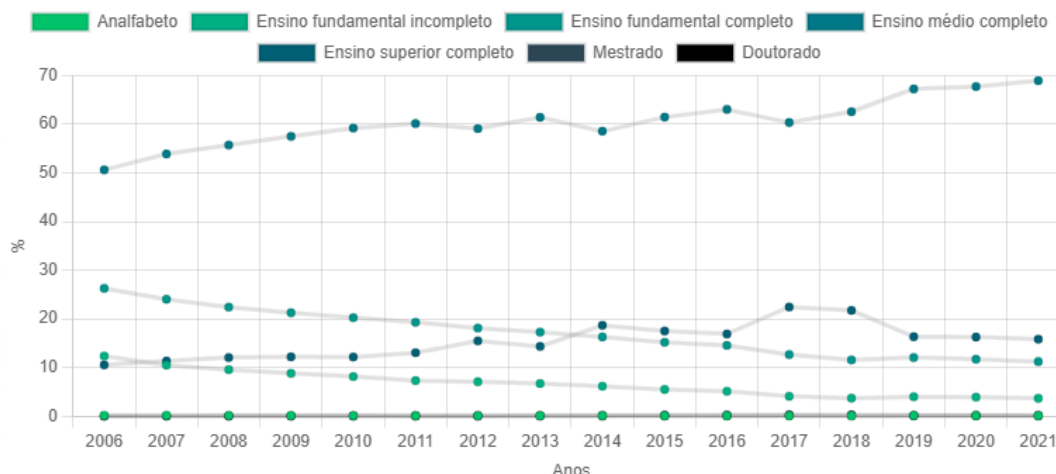


Fonte: Portal da Indústria, s.d.

Desta forma, podemos concluir que, de modo geral, na indústria automobilística, o incremento tecnológico não exige um nível elevado de escolaridade ou formação profissional dos trabalhadores; pelo contrário, fica evidente, no Gráfico 14, referente à proporção de nível de escolaridade na indústria automobilística, que a requisição de trabalhadores com nível médio segue se elevando, passando de 50%, em 2006, para 70%, em 2021. Isto ocorre em detrimento dos níveis de ensino fundamental completo e incompleto, mesmo após 2016, com a diminuição da força de trabalho total. Os cargos com nível superior, por outro lado, tiveram um aumento de cerca de 4%, entre 2006 e 2021, com estabilização nos últimos três anos. Ainda que seja necessário algum aumento do nível de escolaridade geral, uma vez que o número de trabalhadores com ensino fundamental completo e incompleto esteja reduzindo, os postos operacionais de “chão de fábrica” não estão mantendo a mesma proporção anterior.

Gráfico 17 – Gráfico com série histórica de empregos formais na indústria automobilística brasileira por nível de escolaridade em porcentagem

EMPREGADOS FORMAIS, POR NÍVEL DE ESCOLARIDADE
PARTICIPAÇÃO NO TOTAL DE EMPREGADOS FORMAIS (%)



Fonte: Portal da Indústria, s.d.

Embora também seja necessário considerar o aumento do nível de escolaridade social, em geral, entre esses anos e os anos em que a indústria digital necessita de força de trabalho com capacidade de interação informacional, não existem tendências apontadas para a substituição de força de trabalho por maquinaria automatizada, mesmo no setor automobilístico, onde a Indústria 4.0 vem mais avançada, nem de grande transformação nos requisitos técnicos exigidos da força de trabalho, segundo os dados do CNI (2022).

2.5 CRISE ECONÔMICA E LOGÍSTICA, CONFLITOS GEOPOLÍTICOS E INSTABILIDADE INTERNACIONAL COMO DETERMINANTES PARA O MODELO 4.0

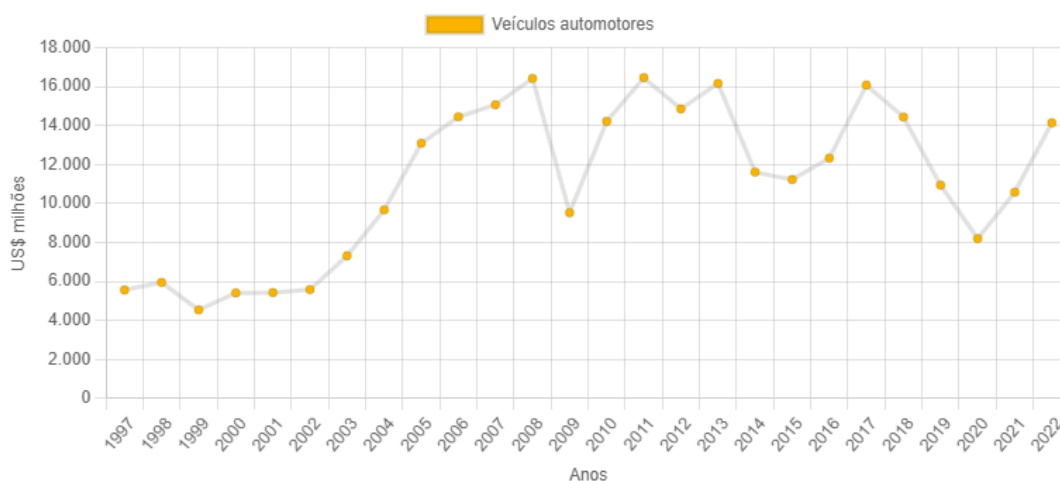
Em 2016, o setor automobilístico foi um dos setores mais afetados durante os impactos da crise internacional, com forte redução da taxa de lucro, mas também com grande redução da demanda, de forma que inúmeras montadoras de grande porte, assim como as fornecedoras, aplicaram férias coletivas, demissões, *lay-offs*, e até mesmo reduziu seus empreendimentos produtivos. Estes comportamentos corroboram para a interpretação de uma reestruturação produtiva pós-crise de 2008,

de forma que as montadoras passaram a operar com uma proporção de força de trabalho mais enxuta, para usar um termo da *lean manufacturing*, evitando “desperdícios” e adaptando-se para o incerto cenário político e econômico internacional vindouro. O nível de instabilidade produtiva do setor automobilístico nos últimos 17 anos pode ser facilmente visualizado no Gráfico 18, fornecido pelo Portal da Indústria com os números de exportação.

Gráfico 18 – Gráfico com série histórica de exportação de bens da indústria automobilística brasileira em US\$

EXPORTAÇÃO DE BENS

EM MILHÕES DE US\$, VALORES CORRENTES



Fonte: Portal da Indústria, s.d.

Um elemento internacional e geopolítico que impactou gravemente a indústria – e, particularmente, a automobilística, como citamos anteriormente – foi a guerra na Ucrânia, que transformou a logística e impactou inúmeras cadeias produtivas. Em sua construção, o automóvel utiliza os mais diversos tipos de componentes, insumos e matéria-prima, ou seja, depende de uma grande gama de cadeias produtivas. O impacto imprevisto em algumas delas, especialmente as críticas, pode parar um veículo de uma tonelada de aço, carenagem, motor etc., por causa de um pequeno microchip de silício.

Esta natureza produtiva da indústria automobilística torna-a vulnerável à geopolítica e aos conflitos internacionais que se acirram. A economia globalizada

neoliberal, da acumulação flexível, que dividia sua produção em todos os cantos do mundo, agora se torna um elemento crítico nas cadeias produtivas globais (Tonelo; Ramos, 2021), em particular na automobilística, sendo este, como falamos anteriormente, um elemento impulsionador da reestruturação produtiva global. No caso específico da Jeep Goiana, favorece Goiana e o porto de Suape pernambucano como um ponto estratégico para a Stellantis.

Sobre o impacto dos conflitos geopolíticos internacionais na logística das cadeias produtivas globais e suas consequências para a indústria brasileira, dois relatórios do CNI de 2022, disponíveis no Portal da Indústria, abordam o tema, um intitulado *Escassez de Insumos na Guerra na Ucrânia* e outro *Logística internacional impacta negativamente o comércio exterior brasileiro*. A respeito da guerra da Ucrânia, a CNI (2022) afirma que sua criticidade para economia advém também de “a economia mundial ainda em fase de recuperação após crise sanitária” (p. 8), e afirmando que:

[...] a desestruturação das cadeias de suprimentos, um dos problemas deflagrados durante a pandemia, continua como uma das principais dificuldades enfrentadas pela economia mundial, ao provocar atrasos e interrupções no fornecimento de insumos, além da elevação de seus preços (CNI, 2022, p. 8).

Do ponto de vista da proporção histórica da abrangência do impacto:

[...] cabe salientar que a falta ou alto custo da matéria-prima registrou os maiores percentuais de assinalação da série histórica, tanto na indústria extrativa, de transformação e da construção, de modo agregado, quanto na maior parte dos setores industriais, indicando elevada difusão desse problema entre as empresas (CNI, 2022, p. 8).

Os principais resultados apresentados pelo relatório são: o aumento dos custos com insumos e matérias-primas nacionais superou as expectativas para mais de 70% das empresas na indústria extrativa, de transformação e da construção. Com relação a insumos importados, os aumentos acima do esperado foram sentidos por 58% das empresas na indústria extrativa e de transformação, e por 68% na construção; a dificuldade em adquirir insumos e matérias-primas nacionais dentro dos prazos superou as expectativas para 31% da indústria extrativa e de transformação e 36% da construção. Para insumos e matérias-primas importados, o percentual foi de 43% para a indústria extrativa e de transformação, e de 52% para a construção; o percentual de empresas a buscar alternativas dentro do país para o

fornecimento de insumos importados é de 40% para indústria extrativa e de transformação e de 54% na construção (CNI, 2022).

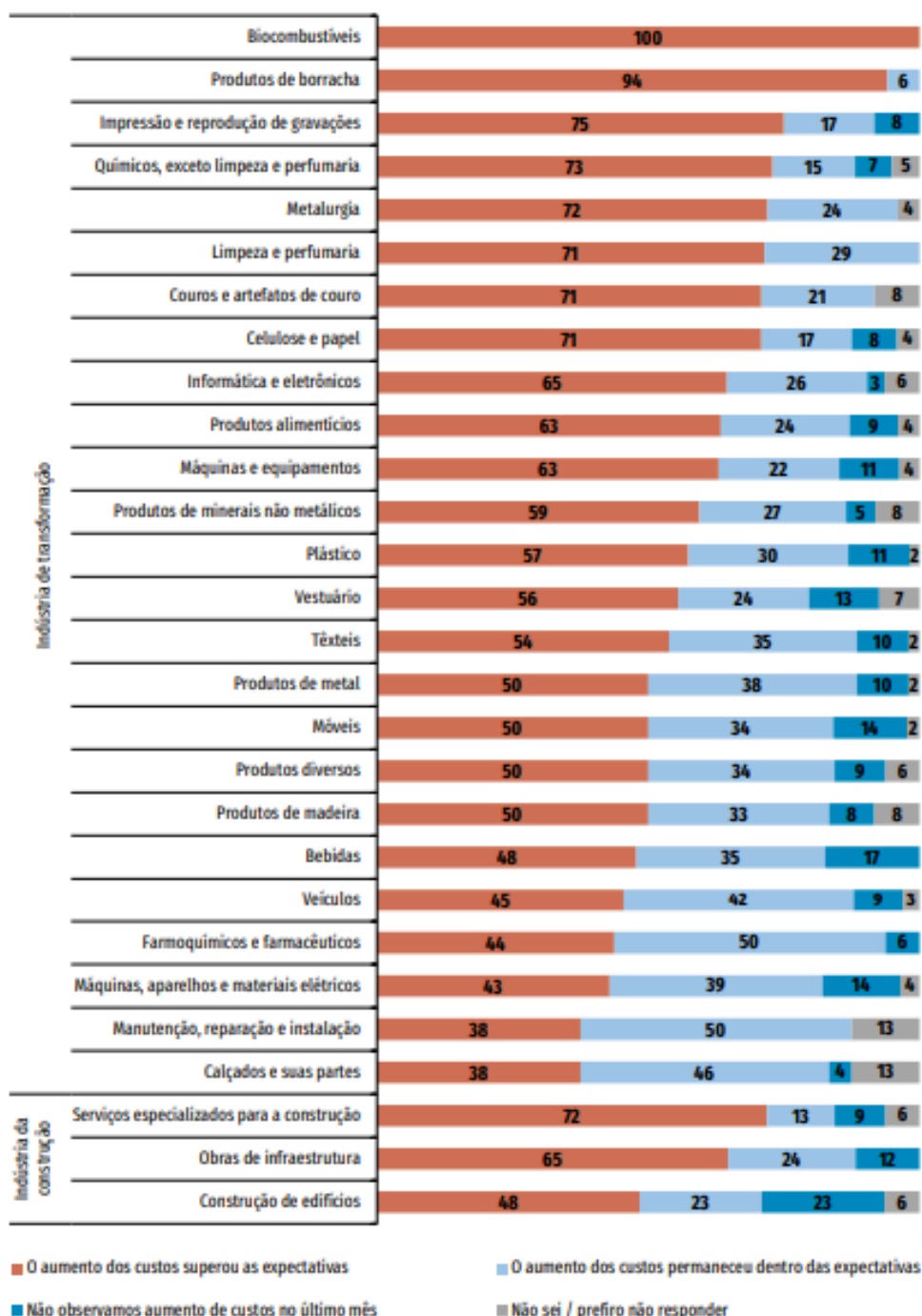
Sobre a elevação do custo, os gráficos com percepção de aumento de custo das operações de transporte frente a crise logística internacional (I) e (II) (Gráficos 19 e 20) apontam a elevação por tipo de insumos e matéria-prima, onde é possível observá-la afetando praticamente todos os ramos. Uma vez que, até o momento, a guerra na Ucrânia não aponta para um término imediato, frente aos custos de aquisição de insumos e matéria-prima, a decisão estratégica de mais de 70% das empresas é de alterar seus fornecedores, dada também a generalização de seus efeitos em praticamente todos os ramos industriais, a tendência, por ora, é o reordenamento geral das cadeias produtivas de importações destes insumos, alterando contratos comerciais internacionais.

A respeito das exportações e da crise logística internacional, o relatório da CNI (2022) aponta que “os principais problemas são o aumento do valor de frete, a indisponibilidade de navios ou de espaço no navio, a indisponibilidade de contêineres e o cancelamento do embarque programado” (CNI, 2022, p. 1). Sendo que “o aumento do valor de frete é o principal problema, experimentado por mais de 90% das empresas que comerciaram com o exterior em 2020” (CNI, 2022, p. 1). O relatório ainda aponta que, no total das empresas exportadoras, 83% precisaram suspender ou postergar alguma operação de embarque, enquanto, no total das importadoras, o percentual de suspensão ou postergação foi de 71%. Impactos dessa natureza resultaram em 90% de não cumprimento dos contratos entre as empresas que precisaram suspender ou postergar seus embarques de exportação, sendo 80% de não cumprimento no caso de importação, de modo que “todos os principais mercados de exportação e importação brasileiras tiveram elevado aumento no custo do frete” (CNI, 2022, p. 8).

Gráfico 19 – Gráfico com percepção de aumento de custo das operações de transporte frente a crise logística internacional (I)

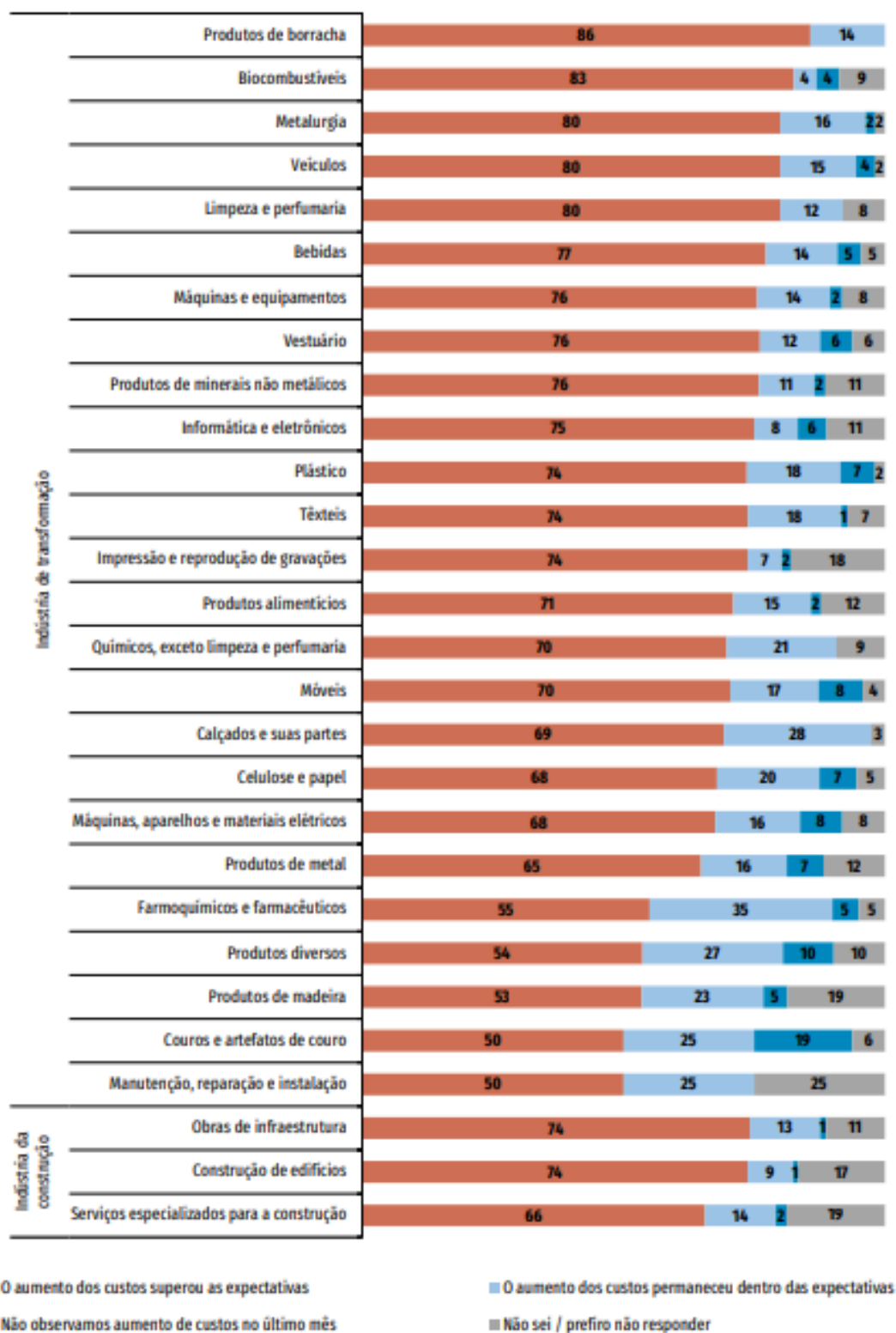
Gráfico 5 - Evolução do custo dos insumos e matérias-primas importadas frente ao previsto, por setores

Percentual de respostas (%)*



Fonte: CNI (2022).

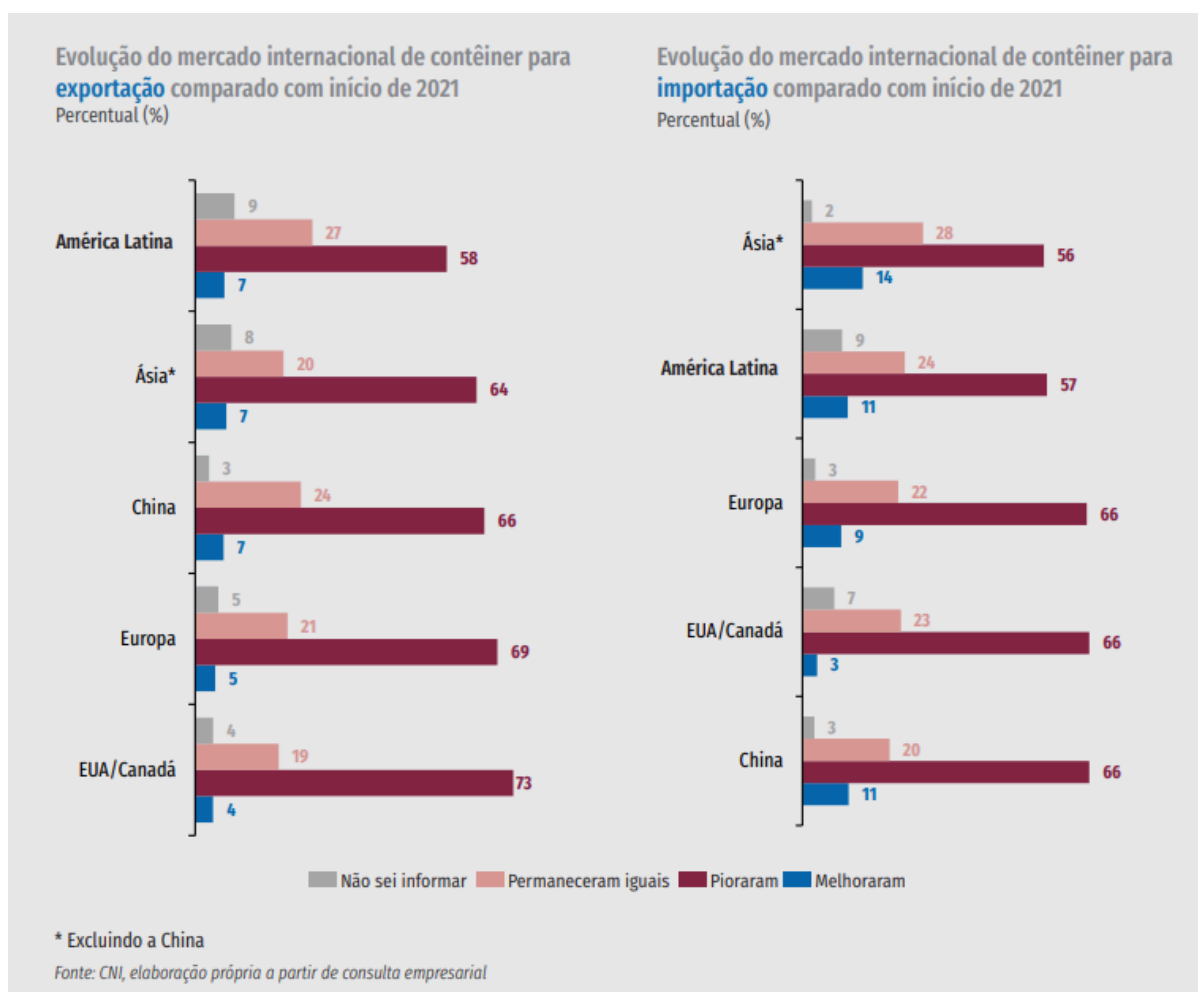
Gráfico 20 – Gráfico com percepção de aumento de custo das operações de transporte frente a crise logística internacional (II)



Fonte: CNI (2022).

No Gráfico 21, é possível notar que a generalização dos impactos logísticos se configura em uma crise global, com rotas cujo aumento de custo chega a atingir mais de 500% (CNI, 2022), especialmente EUA/Canadá, América-Latina e Europa para exportação; a estes, somam-se China e Ásia, em geral para importação. Ou seja, os principais mercados mundiais.

Gráfico 21 – Gráfico com percepção de piora na dificuldade de operações de transporte frente a crise logística internacional por região continente

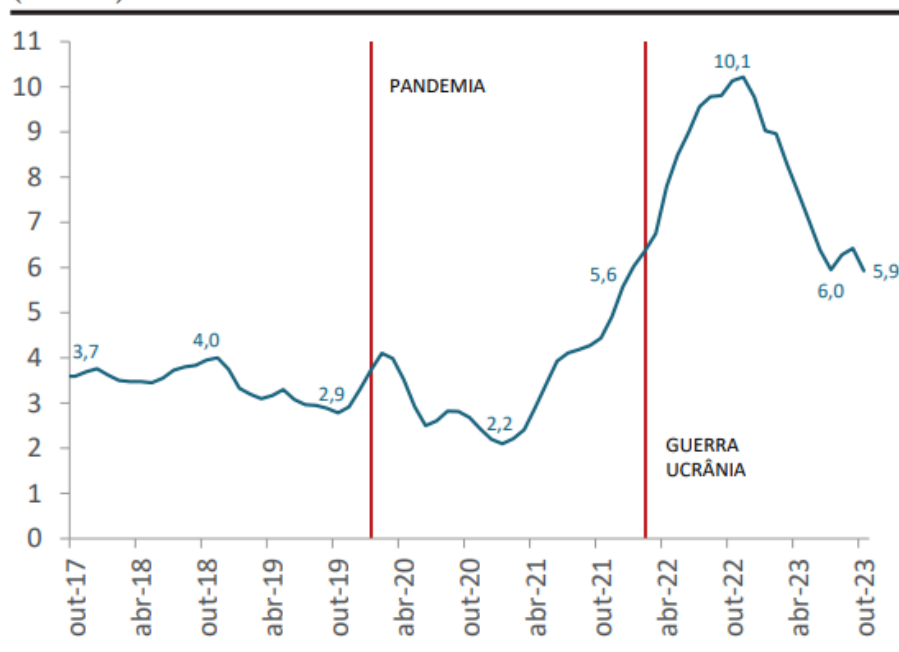


Fonte: CNI (2022).

Um relatório do 4º trimestre de 2023 do IPEA sobre a conjuntura internacional, disponibilizado no Portal da Indústria, também aponta a relação do aumento da inflação mundial com a pandemia e seu agravamento com a guerra na Ucrânia, conforme podemos observar no Gráfico 22.

Gráfico 22 – Gráfico com crescimento da inflação mundial com referência à pandemia e à guerra na Ucrânia, em %

Inflação mundial (Em %)



Fonte: Bloomberg.

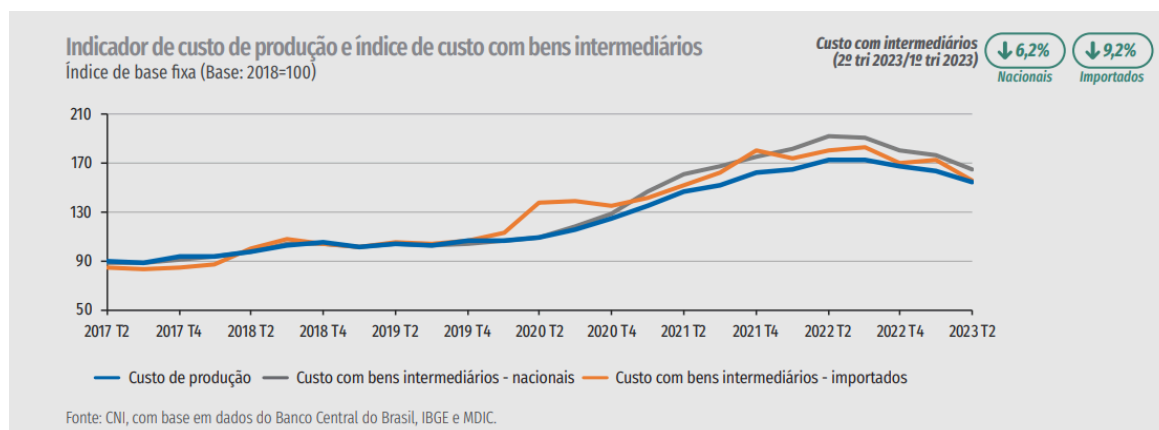
Elaboração: Grupo de Conjuntura da Dimac/Ipea.

Obs.: Calculado pela Bloomberg com base na inflação acumulada em doze meses para diversos países, com o peso de cada país dado pela sua participação no PIB global, em paridade do poder de compra, como calculado pelo FMI, cobrindo mais de 98% da economia global.

Fonte: IPEA (2023).

O último relatório do CNI (CNI, 2023) a respeito de custos de produção mostra uma recente tendência de queda, após forte elevação em 2019, coincidindo com a pandemia global e a guerra na Ucrânia. Entretanto, os índices seguem bastante elevados, especialmente o custo relacionado a bens intermediários nacionais e importados, alcançando praticamente o dobro destes índices em 2017, conforme é possível observar no Gráfico 23.

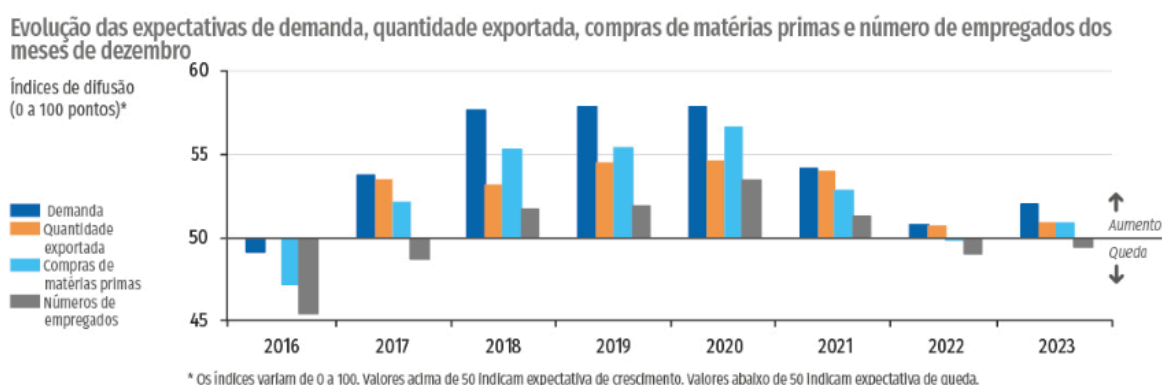
Gráfico 23 – Gráfico com aumento do custo de produção da indústria brasileira



Fonte: IPEA (2023).

Embora um relatório sobre Índice de Confiança do Empresário Industrial brasileiro do CNI de janeiro de 2024 afirme que o ano começou com “avanço do otimismo”, os índices da indústria brasileira informados pelo Portal da Indústria são pessimistas, conforme apresentado no Gráfico 24, com redução alarmante na demanda, no consumo de matéria-prima, na exportação e no número de empregados, nos anos de 2022 e 2023.

Gráfico 24 – Gráfico com evolução das quantidades exportadas, aquisição de matéria-prima, demanda e número de empregos da indústria brasileira

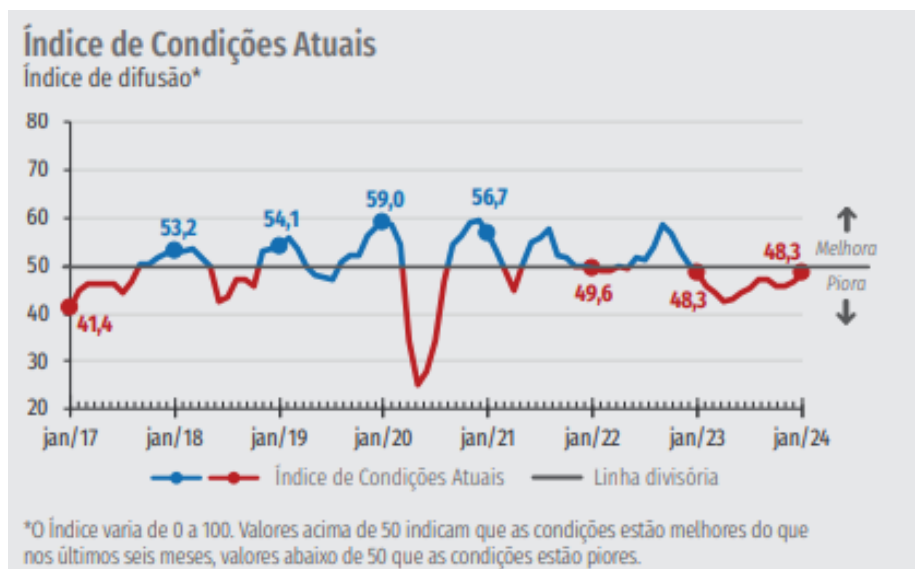


Fonte: IPEA (2023).

Neste mesmo relatório “otimista”, publicado pela CNI, os índices de Condições Atuais para a indústria, embora apontem melhora, seguem no vermelho, abaixo do marco dos 50 pontos, conforme podemos observar no Gráfico 25. O pessimismo para a indústria em território brasileiro, por sua vez, afeta diretamente

os investimentos que permitiriam uma renovação tecnológica em larga escala no setor industrial, tal como havíamos dito anteriormente, contrariando as predições da “Quarta Revolução Industrial” no Brasil.

Gráfico 25 – Gráfico com evolução do Índice de Condições Atuais da indústria brasileira



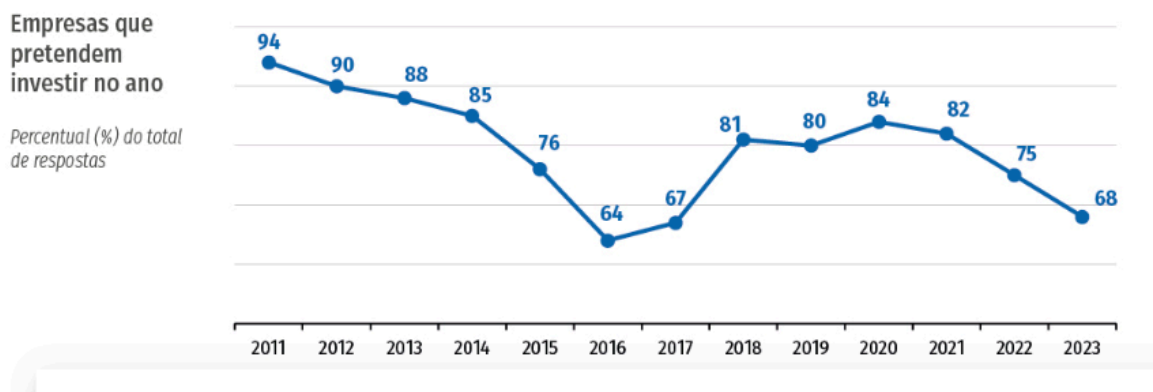
Fonte: CNI (2024).

O Gráfico 26 demonstra a queda no número de empresas que planejam novos investimentos para o mesmo patamar de 2016-17. Vale notar, também, que este índice, que vinha descendente nos anos que precederam o golpe de 2016, se mantiveram elevados durante a pandemia, momento em que os recursos tecnológicos eram exigidos para adaptação econômica do período pandêmico. Podemos notar, ainda, uma confluência na alta de pretensão de investimentos neste setor nos momentos nos quais as inovações tecnológicas prometidas pela Indústria 4.0 também tiveram alta; nos referimos, especificamente, aos anos pós-crise de 2008, quando, em 2011, 94% das empresas pretendiam realizar investimentos.

Gráfico 26 – Gráfico com evolução da expectativa de investimento da indústria brasileira

Apenas 68% das grandes empresas da indústria de transformação informaram que planejam investir em 2023. É a terceira vez consecutiva que esse indicador vem em queda em comparação à edição anterior.

16/05/2023



Fonte: IPEA (2023).

Este número diminuiu até 2016, quando os efeitos da crise foram sentidos drasticamente no Brasil, com a redução da taxa de lucro, como falamos anteriormente. Em seguida, há uma nova elevação em pretensão de investimento após o golpe de 2016, de 2017 até 2020, antes de uma redução expressiva até 2023, retornando ao mesmo patamar do cume da queda da taxa de lucro. Este comportamento aponta para uma confirmação da tese de Geraldo Augusto Pinto (2020), podendo tratar-se de efeitos dos componentes políticos alemães na chamada “Quarta Revolução Industrial” influenciando a indústria brasileira.

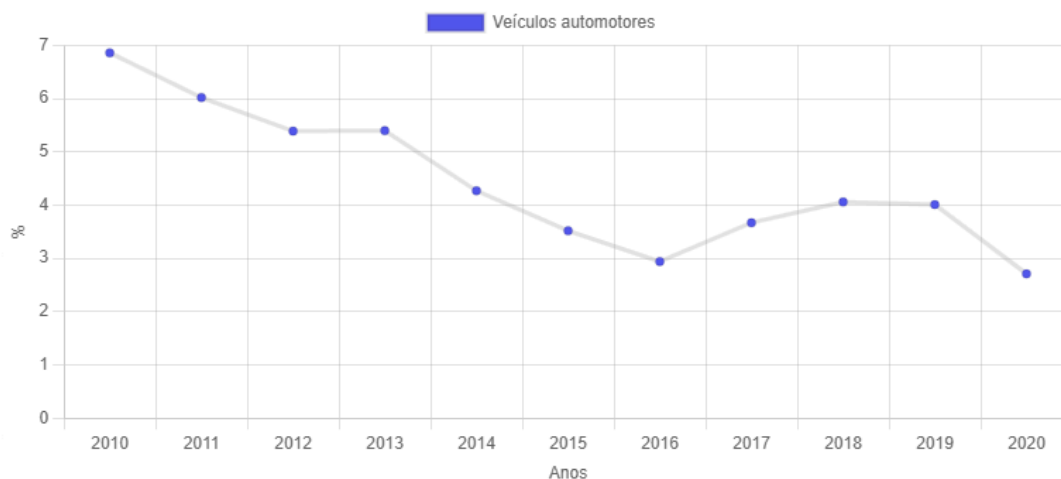
Mesmo com o incremento tecnológico, a participação da indústria automotiva brasileira no PIB nacional segue decrescente, como observamos no gráfico da Figura 46, fornecido pelo Portal da Indústria.

A tendência de queda da participação do PIB brasileiro não é uma particularidade da indústria automotiva, mas, como podemos ver no Gráfico 27, fornecido pelo Portal da Indústria, é uma tendência da indústria em geral, embora apareça com uma leve ascendência entre 2019 e 2021, impulsionado pela recuperação internacional momentânea pós-pandemia.

Gráfico 27 – Gráfico com participação no PIB nacional da indústria automobilística brasileira, em %

PARTICIPAÇÃO NO PIB DA INDÚSTRIA

(%)

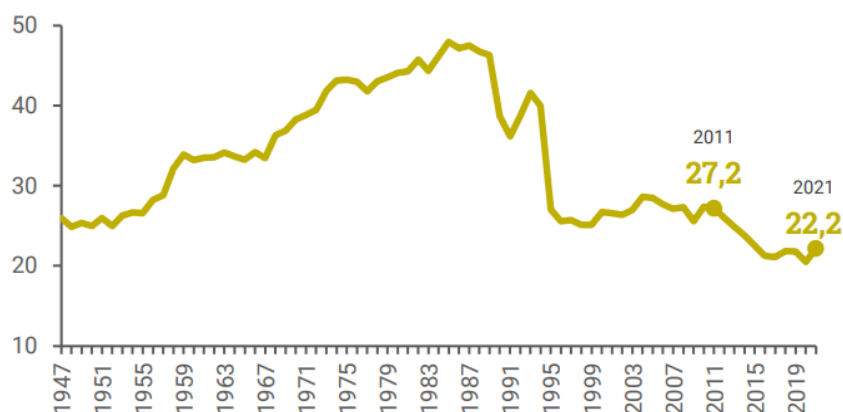


Fonte: Portal da Indústria, s.d.

A tendência de queda na porcentagem de participação no valor adicionado pela indústria de transformação mundial, segundo o CNI, conforme o Gráfico 28, também segue em queda desde os anos 1990.

Gráfico 28 – Gráfico com participação no PIB nacional da indústria brasileira total, em %

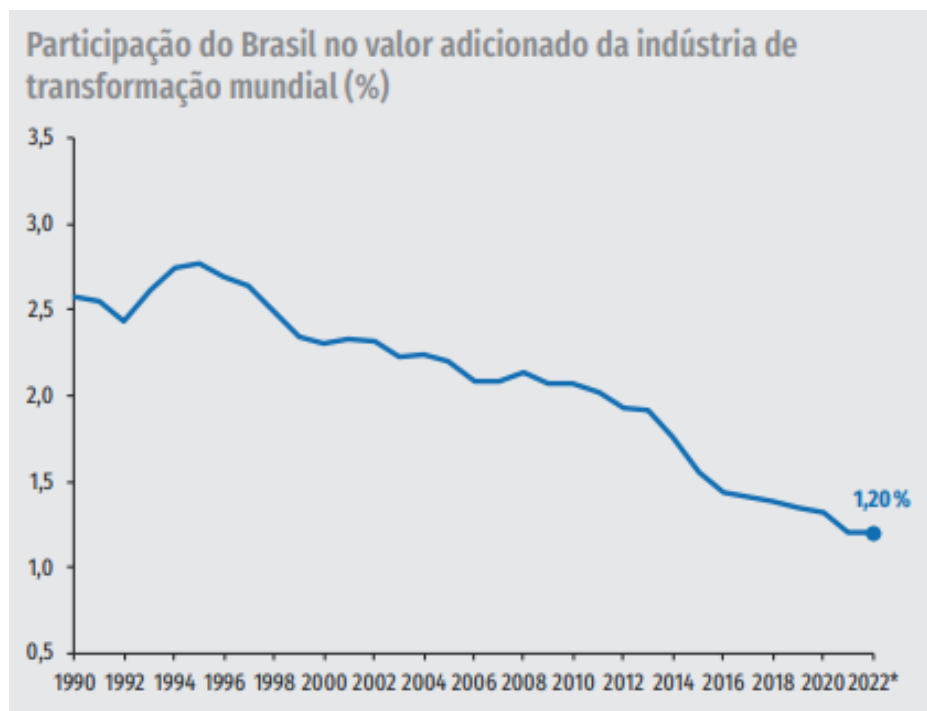
Evolução da participação da Indústria no PIB – 1947-2021 (%)



Fonte: CNI (2020).

Além disto, segundo o mesmo relatório supracitado de 2023, o faturamento real das empresas no setor industrial, em particular de transformação, caiu 1,1% neste ano, e a redução da capacidade instalada, como vimos anteriormente, em 1,5%.

Gráfico 29 – Gráfico com valor adicionado pela indústria de transformação brasileira total, em %



Fonte: CNI (2022).

Segundo o artigo de Flávio Ramos e Iuri Tonelo (2021), faz parte deste processo o grande favorecimento ao agronegócio enquanto plataforma de exportação brasileira, incentivada politicamente nos últimos anos.

O crescente peso que vem adquirindo o agronegócio na economia brasileira se manifesta em efeitos políticos: essa afirmação de integração brasileira ao sistema internacional pela via da agropecuária foi expressa internacionalmente no último discurso de Bolsonaro na ONU, quando afirmando claramente um projeto de país do agronegócio o presidente disse que “O Brasil desponta como o maior produtor mundial de alimentos”, louvando esse setor e sem uma palavra sobre a indústria (aliás a única que mencionou foi a Indústria 4.0, fazendo demagogia aos investidores). A verdade é que o setor vem ganhando um forte peso na economia brasileira, com destaque particularmente para o Centro-Oeste, o que funciona também como um polo de atração para o tipo de indústria que recebe investimento, com gigantes ligadas ao setor, como Louis Dreyfus Company, Coamo, Copersucar-cooperativa, Marfrig, C. Vale, Minerva Foods, para citar as

maiores da produção agropecuária do país. Daqui, é possível analisar um processo que combina desindustrialização relativa com reprimarização, se entendermos essa categoria como o aumento do agronegócio no PIB (que passou de 20,5% para 26,6% no PIB de 2020) e da indústria extrativa (petróleo e minério de ferro em particular) (Tonelo; Ramos, 2021, s. p.).

Neste sentido, retomando o nosso objetivo de verificar a tendência de desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil, podemos apontar que houve um ciclo de investimento na indústria brasileira em capital fixo, especialmente nos anos da pandemia, durante o período de maior efervescência das previsões da “Quarta Revolução Industrial”. Entretanto, embora a CNI afirme que mais de 70% da indústria brasileira está na era da Indústria 4.0, ainda que de forma incipiente, apenas alguns poucos componentes de alta tecnologia estão sendo de fato adotados. No entanto, se considerarmos a Indústria 4.0 enquanto um modelo integrado que, através de *sinergias*, conforme descreveremos neste capítulo, a conjunção das tecnologias junto ao processo fabril e da condução do processo produtivo formam uma unidade superior a simples soma de seus componentes, podemos considerar que 22% das empresas podem estar aptas para uma transição ainda não consumada de modelo Industrial 4.0, adotando de 7 a 9 das tecnologias 4.0; e, atualmente, apenas 3% das indústria brasileira realmente alcançou tal modelo.

Destas empresas que apresentam quantidades relevantes de tecnologias 4.0, em sua grande maioria, são grandes empresas, monopólios internacionais, que exportam capital para o território brasileiro, especialmente no ramo automotivo, bem como aparelhos eletrônicos e informacionais que produzem tecnologias também com alto valor tecnológico. Neste contexto, fábricas como a Jeep Goiana, que apresenta todas as tecnologias 4.0, e, em particular, inteligência artificial, representam apenas 1% do total, sendo que cerca de um terço das empresas não adota nenhuma de suas tecnologias, e cerca de 46% usam até no máximo 6 de suas tecnologias, sendo estas, em sua maioria, digitalização de processos gerenciais e aplicação de automação com sensores e CLP, tecnologia desenvolvida pela grande indústria internacional nos anos 1990.

Ao passo que, mesmo nos setores onde há alta incidência da aplicação tecnológica da Indústria 4.0, como, por exemplo, na indústria automotiva, não existe nenhuma tendência drástica de substituição da força de trabalho por automação e *cobots*, embora tenham apresentado uma redução do emprego da força de trabalho,

tendo, após a crise de 2016, retornado aos patamares de 2006. O que prepondera enquanto elemento constitutivo da Indústria 4.0, assim como observamos na Jeep Goiana, modelo internacional, é a inteligência artificial, automação digital, gerenciamento e supervisão informacional remota através de MES e SCADA e desenvolvimento de espaços ciberfísicos. Por ora, o papel estratégico destas tecnologias é aprofundar os conceitos da *lean manufacturing*, conforme observado também por Pinto (2020), otimizando a produção, elevando sua flexibilidade e super explorando a força de trabalho enquanto único recurso produtor de valor e, portanto, de mais valia, aproveitando-se, também, da reforma trabalhista e dos contratos de trabalho intermitente. Através destas tecnologias, por fora das determinações internacionais, em especial, a crise logística e o reordenamento das cadeias produtivas devido às tensões e aos conflitos geopolíticos, tampouco o resultado de elevação produtiva isoladamente da Indústria 4.0 tem oferecido uma contratendência aos impactos de 2008 aprofundados pela pandemia global da Covid-19. Frente o cenário de crise das relações geopolíticas, das guerras comerciais e dos enclaves militares entre as potências mundiais, a otimização e a redução de custos de produção e a flexibilidade produtiva da produção enxuta têm se mostrado mais eficientes para atravessar a crise e lidar com as imprevisibilidades do mercado a médio prazo, reduzindo gastos ao invés de ampliá-los com larga inovação tecnológica nos setores produtivos, no que tange à automação.

Em suma, a concorrência e a competição interimperialista são a tônica da atual conjuntura que determina a produção industrial, enquanto a indústria nacional brasileira segue com um vasto parque industrial, que busca ainda diminuir a discrepância de seu atraso tecnológico em relação às grandes empresas multinacionais, adquirindo algumas tecnologias 4.0, mas ainda tentando alcançar os patamares dos 90 da grande indústria internacional. Enquanto estas, por sua vez, realizam um novo salto no que tange à automação digital e à condução automatizada do processo produtivo que eleva a distância entre uma minoria de instalações 4.0 (7%) e a esmagadora maioria retardatária (79%).

Esta desigualdade no parque industrial brasileiro tende, a curto e médio prazo, manter-se ou aumentar, com a alta do dólar, o aumento global da inflação, a crise logística das cadeias produtivas, a dependência de importação de maquinário de alta tecnologia, com a elevação da concorrência e das disparidades de produtividade e da mais-valia relativa. Aumenta, portanto, também a tendência de

concentração de capital nas mãos do grande monopólio imperialista internacional exportador de capital, elevando a dependência da economia nacional brasileira às grandes potências e aos países imperialistas, seguindo o processo de reprimarização da economia brasileira, com ilhas industriais de alta tecnologia que se retroalimentam do atraso produtivo, em meio a um parque industrial ultrapassado cercado pelo latifúndio e pelo agronegócio em expansão, tal como observamos na Jeep Goiana, em meio ao canavial goianense de Pernambuco.

Neste sentido, por mais que haja adoção parcial de algumas tecnologias que são pré-requisitos antecedentes da Indústria 4.0 enquanto modelo produtivo, o desenvolvimento deste processo na indústria brasileira se apresenta, aparentemente, a longo prazo, bloqueado pela crise econômica global e pelo aprofundamento de sua dependência econômica e tecnológica do capital internacional, apontando para uma confirmação geral das hipóteses levantadas pelo artigo *Apontamentos sobre a situação da indústria no Brasil*, de Flávio Ramos e Iuri Tonelo (2021).

Por fim, vale mencionar que o golpe institucional de 2016, com participação da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp) e do imperialismo norte-americano, se apresenta como um marco de aprofundamento da dependência brasileira ao capital internacional e ao agronegócio, marcando o fim do ciclo de investimento mais saliente da indústria automotiva brasileira. Neste sentido, há uma aparente contradição no protagonismo da Fiesp no evento político que coloca ainda mais limites para a renovação e o desenvolvimento tecnológico do parque industrial nacional. Sem dúvida, há de se considerar que os objetivos da aplicação da reforma trabalhista e da reforma da previdência – em especial –, para recomposição da taxa de lucro, tal como vimos anteriormente, eram imperativos de todos os setores capitalistas naquele contexto, unificando o agronegócio, a indústria e o capital financeiro em geral (Urbano, 2019). Porém, mesmo que nos apareça como uma contradição, do ponto de vista dos grandes monopólios internacionais industriais, como a própria indústria automotiva, não existe contradição em sua essência, uma vez que são beneficiados diretamente pelo atraso relativo da indústria brasileira para a concorrência, superexploração da força de trabalho e aumento da dependência da importação de capital industrial.

Neste sentido a Fiesp, a grande indústria internacional, revela-se um agente ativo em barrar a generalização do desenvolvimento tecnológico produtivo nacional

da Indústria 4.0 no Brasil. De outro ponto de vista, a Indústria 4.0, em seus componentes político-ideológicos de competição intercapitalista e interesses econômicos de exportação tecnológica e de capital, de grandes potências como a Alemanha, também se reafirmam com a atividade política da grande indústria imperialista no golpe institucional de 2016 no Brasil.

Assim como o neoliberalismo não extinguiu por completo o fordismo e o toyotismo, mas os incorporou como parte do que ficou conhecido como acumulação flexível, a reestruturação produtiva em curso deve, por seu turno, aprofundar elementos do próprio neoliberalismo e de tornar-se algo propriamente novo, assim como apropriar-se, também, das reestruturações produtivas predecessoras. A esse objetivo, estão a serviço as tecnologias 4.0.

Por outro lado, nossa análise aponta que, embora possamos ver elementos de reestruturação produtiva impactando a indústria brasileira, o modelo 4.0 não apresenta caminhos para a superação dos impactos da crise econômica na economia nacional nem recomposição da industrialização no Brasil, mantendo as tendências econômicas em um cenário recessivo. A própria proporção e ritmos com que as tecnologias da Indústria 4.0 se apresentam no parque industrial brasileiro torna seu impacto bastante marginal na economia industrial, favorecendo poucos ramos e, particularmente, empresas multinacionais instaladas em território nacional. Também a produtividade do trabalho nos ramos retardatários tende a aumentar sua distância dos polos tecnológicos, reduzindo sua competitividade. Além disto, a própria natureza da Indústria 4.0, segundo analisamos até aqui, intensifica contradições sociais e não propicia aumento da massa salarial, nem tampouco favorece um processo de desenvolvimento produtivo e tecnológico nacional que propicie desenvolvimento econômico de outros setores da economia.

3 O CONTEXTO INTERNACIONAL DE REESTRUTURAÇÃO PRODUTIVA E A INDÚSTRIA 4.0

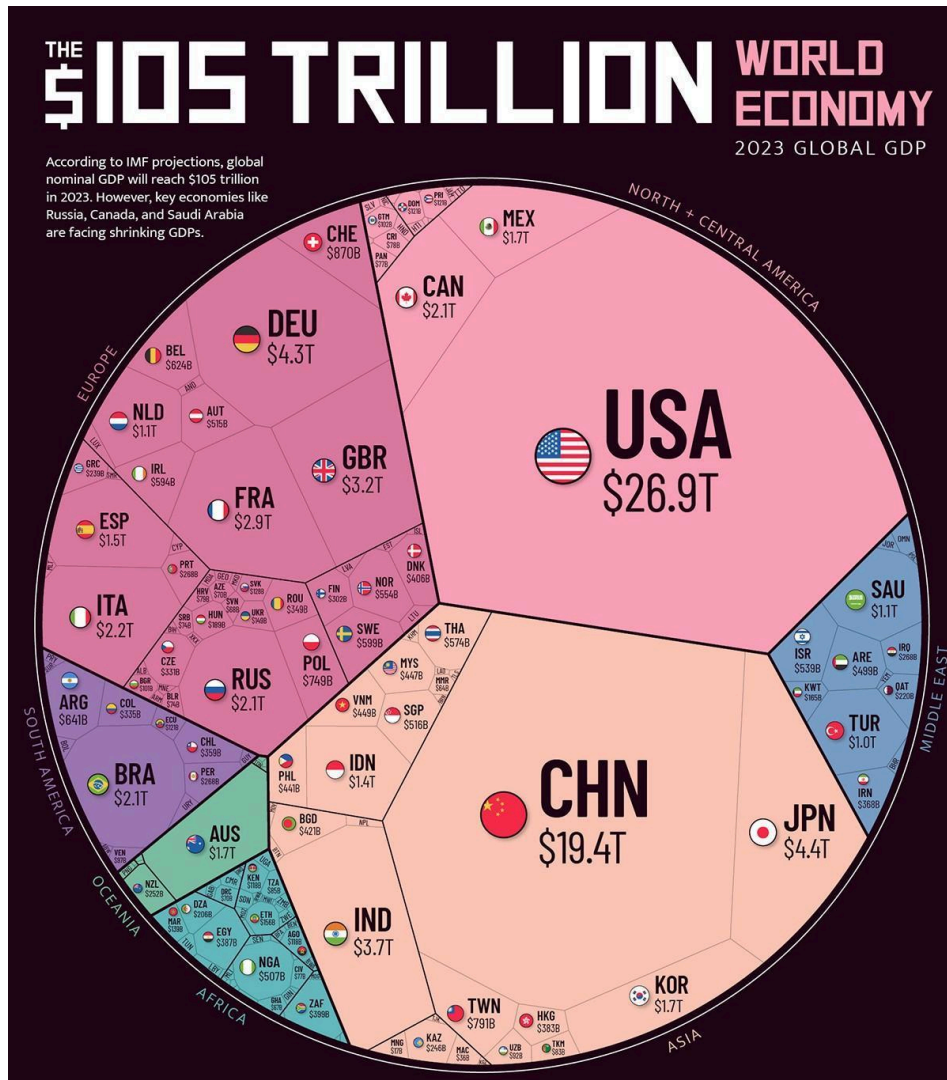
Segundo Klaus Schwab (2016), a Quarta Revolução Industrial começou na virada deste século com o processo da revolução digital, caracterizada por uma *Internet* muito mais móvel e global, por sensores menores e mais poderosos e por inteligência artificial e *machine learning* (Schwab, 2016). A revolução industrial da era digital, prevista por Schwab, tem como componente fundamental a Indústria 4.0. De acordo com Hermann, Pentek e Otto (2016), os quatro componentes-chaves da Indústria 4.0 são: Sistemas Ciberfísicos, *Internet* das Coisas, *Internet* de Serviços e Fábricas Inteligentes.

Kagermann *et al.* (2013), autores do relatório estratégico do governo alemão que aponta os desafios da competição tecnológica internacional, descrevem sua visão sobre a Indústria 4.0 afirmando que, no futuro, as empresas deverão estabelecer redes globais que incorporem suas máquinas, sistemas de armazenagem e instalações de produção na forma de CPS (*Cyber-Physical Systems*). Isso permitirá rápidas tomadas de decisão e respostas autônomas dos sistemas de produção. Segundo Kagermann (2014, *apud* Hermann *et al.*, 2016), os sistemas ciberfísicos podem ser usados sempre que sistemas físicos complexos necessitam se comunicar com o mundo digital para permitir melhor desempenho e eficiência. Já a “*Internet* das Coisas” refere-se à integração de objetos físicos e virtuais em redes conectadas à *Internet*, permitindo que as “coisas” colem, troquem e armazenem uma enorme quantidade de dados, de modo que, uma vez processados e analisados, possam gerar informações e serviços em larga escala (Almeida, 2015). Por fim, o conceito de “*Internet* dos Serviços” é a utilização da *internet* para criar alternativas de valor para o setor de serviços (Terzids *et al.*, 2011).

O conceito da Indústria 4.0 se popularizou no meio tecnológico e empresarial através da obra *A Quarta Revolução Industrial*, de Klaus Schwab (2016), fundador e presidente do Fórum Econômico Mundial, combinado com o imaginário de que estaríamos entrando em uma nova era da tecnologia que tornaria grande parte do trabalho humano obsoleto, em especial os mais simples e mecânicos, cuja origem é associada a um projeto estratégico de desenvolvimento tecnológico do Governo Alemão (Kergman *et al.*, 2013). Muitas fontes atribuem a autoria do conceito a Henrik Von Scheel, membro do Grupo Consultivo do Ministério Federal de Educação

e Pesquisa, iniciativa política de inovação, encarregada de definir a estratégia de alta tecnologia da Alemanha.

Figura 20 – Comparativo entre o volume das economias globais em dólar



Fonte: Así [...], 2023.

Segundo inúmeros artigos jornalísticos e de meios corporativos, o trabalho humano, seja material ou abstrato, estaria profundamente questionado, no seu sentido econômico e social, criando um imaginário distópico onde as máquinas estariam prestes a tomar o lugar dos seres humanos (Witthford, 2021).

Segundo Geraldo Augusto Pinto (2020, p. 198), o propósito deste projeto, que surge no interior desta potência internacional, é aumentar a sua competitividade no mercado mundial. Assim, o modelo da Indústria 4.0 e a Quarta Revolução Industrial também buscam traçar caminhos para responder à crise econômica mundial. A crise

de 2008 foi um marco histórico para o capitalismo, não somente pelas suas proporções, apenas comparáveis à crise de 1929, mas por ter colocado uma interrupção no padrão de acumulação global vigente, transformando a dinâmica econômica e a política internacional. A cooperação das relações multilaterais deu lugar aos conflitos e às competições interestatais, assim como a disputa por mercados aos ditames da concorrência intercapitalista das grandes multinacionais e principais imperialismos do mundo. No marco dessa competição constitutiva do capitalismo, marcada em nossa época pela ascensão da economia chinesa, a manutenção das margens de lucro e a busca pela elevação da produtividade se tornaram prioridades de primeira ordem (Tonelo; Ramos, 2021).

A destruição, executada no neoliberalismo, do antigo estado de bem-estar social e dos direitos sociais adquiridos na etapa histórica anterior aos anos 1990, já não era mais suficiente para garantir a conversão de investimento internacional na produção industrial das empresas dos países centrais, pois estes vinham perdendo a capacidade de competir com a produtividade de países como a China e os baixos salários de países subdesenvolvidos e semicoloniais da periferia do capitalismo. Ou seja, a crise econômica de 2008 acirrou a competição capitalista de tal forma que a busca por baixos salários e alta produtividade, para aumentar as taxas de lucro, fez com que países imperialistas como a Alemanha, que têm como base estratégica da sua economia a produção industrial de alto valor agregado, fossem obrigados a buscar novas formas de encabeçar essa disputa por lucratividade no cenário internacional. Para solucionar este problema estratégico, a “Indústria 4.0”, ou então, a “Quarta Revolução Industrial”, aparece como uma política de reestruturação produtiva, para elevar a produtividade através da aplicação tecnológica, isto é, surge para intensificar a extração de mais-valia relativa.

3.1 A ORIGEM INTERNACIONAL DO CONCEITO DE INDÚSTRIA 4.0 NO BOJO DO CENÁRIO INTERNACIONAL PÓS-CRISE 2008 E A REESTRUTURAÇÃO PRODUTIVA GLOBAL

Diante do que foi dito, é possível identificar uma tese que prevê a substituição massiva da mão de obra humana por robôs e sistemas autônomos como principal componente da Quarta Revolução Industrial, baseando-se, inclusive, em estudos científicos, como o realizado pela Universidade de Oxford, que prevê que 47% dos

empregos vão desaparecer nos próximos 25 anos, dando lugar à automatização mecatrônica e/ou digital. Entretanto, ainda existem inúmeras pesquisas que apontam para os limites desta tese. É o caso dos autores Oesterreich e Teuteberg (2016), entusiastas da Indústria 4.0, mas que enxergam limites políticos e sociais para o desenvolvimento total desta tendência substitutiva. Segundo Martin Krzywdzinski (2021), até mesmo nos setores da indústria automobilística, onde as altas taxas de automação e robotização foram bem-sucedidas, como as oficinas de funilaria e soldagem, e tenha:

[...] reduzido o trabalho manual direto no produto, os humanos ainda realizam o trabalho de monitoramento e manutenção. Este trabalho até ganhou importância (Kuhlmann, 2004). A soldadura manual desapareceu assim das fábricas, mas o trabalho humano não (Krzywdzinski, 2021, p. 509).

Ainda assim, até mesmo entre os entusiastas mais cautelosos da Indústria 4.0, persiste o componente comum de rebaixamento da participação do trabalho humano na cadeia de valor junto com a elevação da tecnologia para o primeiro plano, podendo ser observado nas obras de Sanders, Elangeswaran e Wulfsberg (2016), sendo esta uma das características da Indústria 4.0, especialmente competitiva, capaz de elevar a produtividade dos empreendimentos capitalistas. Nessas teses, ganham holofotes as TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação), que poderiam, integradas, dar à luz esse sonho capitalista através da eficiência, flexibilidade, racionalidade e ergonomia (Santos, 2021, p. 12). São elas a Automação (Oesterreich; Teuteberg, 2016), *Internet of Things* – IoT (Internet das Coisas) (Kang, 2016), *Big Data* (Manyika, 2011), *SmartFactory* (Fábrica Inteligente) e *Cyber Physical Systems* – CPS (Sistema ciberfísico) (Liu; Xun, 2017), Robótica Avançada, Computação em Nuvem e Inteligência Artificial (CNI, 2018).

Segundo a avaliação de uma grande empresa de consultoria, até 2030, a automação poderá atingir cerca de 60% das ocupações existentes hoje, fazendo com que cerca de 11% a 23% da população economicamente ativa perca seus postos de trabalho atuais. Segundo Carl Frey e Michael Osborne, que dirigem o Programa de Tecnologia e Emprego da Oxford Martin School, no Reino Unido, as consequências do desenvolvimento da Inteligência Artificial nos postos de trabalho serão devastadoras, colocando em risco 47% dos postos de trabalho nos EUA, 57% na média dos países, desenvolvidos, da OCDE (Organização para a Cooperação e

Desenvolvimento Econômico), 69% na Índia, 77% na China e 85% na Etiópia. A destruição tende a ser maior onde a estrutura ocupacional é mais distante da chamada economia do conhecimento. De acordo com o relatório *The New Work Order*, divulgado pela Foundation for Young Australians (FYA), 60% dos jovens entram no mercado de trabalho em profissões que serão “radicalmente afetadas pela automação”, algo que pode ocorrer dentro dos próximos 10 a 15 anos.

Ao digitarmos Indústria 4.0 nos *sites* de pesquisa da *internet*, o que mais encontramos são artigos dizendo que as inovações tecnológicas aplicadas estão a serviço de acabar com problemas ergonômicos, trazer praticidade e conforto para os trabalhadores, quando não diretamente substituí-los. Porém, juntamente com o que avaliamos no capítulo anterior, não é preciso grande averiguação crítica para compreender que existe uma política ideológica em curso. Basta olharmos para uma das produções literárias mais conhecidas por disseminar as “maravilhas” tecnológicas da “Indústria 4.0”, o livro *A Quarta Revolução Industrial*, praticamente um folheto de propaganda encomendada, onde o escritor alemão Klaus Schwab assume:

É, portanto, crucial que nossa atenção e energia estejam voltadas para a cooperação entre múltiplos *stakeholders* que envolvam e ultrapassem os limites acadêmicos, sociais, políticos, nacionais e industriais. As interações e as colaborações são necessárias para criarmos narrativas positivas, comuns e cheias de esperança que permitam que indivíduos e grupos de todas as partes do mundo participem e se beneficiem das transformações em curso (Schwab, 2016, p. 17).

Em outros trechos, Schwab ainda deixa explícita sua preocupação com a possibilidade de “rupturas” e “reação popular” no desenvolver da “Quarta Revolução Industrial”, e apela para que os órgãos públicos e agentes políticos estejam preparados e armados com uma “narrativa positiva” para tentar evitar a revolta dos trabalhadores; como neste trecho, por exemplo:

Primeiro, acredito que os níveis exigidos de liderança e compreensão sobre as mudanças em curso, em todos os setores, são baixos quando contrastados com a necessidade, em resposta à quarta revolução industrial, de repensar nossos sistemas econômicos, sociais e políticos. O resultado disso é que, nacional e globalmente, o quadro institucional necessário para governar a difusão das inovações e atenuar as rupturas é, na melhor das hipóteses, inadequado e, na pior, totalmente ausente. Em segundo lugar, o mundo carece de uma narrativa coerente, positiva e comum que descreva as oportunidades e os desafios da quarta revolução industrial, uma narrativa essencial caso queiramos empoderar um grupo diversificado de indivíduos

e comunidades e evitar uma reação popular contra as mudanças fundamentais em curso (Schwab, 2016, p. 20).

Seria, então, a necessidade de uma “narrativa positiva” para um triunfo “pacífico” da Quarta Revolução Industrial a motivação primeira que levou Schwab a escrever o seu livro? Mas a questão central não é, então, somente o cunho ideológico imbuído na propagação do uso dessas tecnologias, mas, sim, o porquê Schwab, o ideólogo da “Quarta Revolução Industrial” teme a “reação popular” contra tais maravilhas da ciência. Despido de seu invólucro ideológico, vejamos o que a “Indústria 4.0” contém em sua natureza econômica que propicia o aumento das taxas de lucro tão almejadas pelos capitalistas.

Existe um verdadeiro degradê de possibilidades, em quantidade e qualidade, dos impactos na adoção dos projetos da chamada Quarta Revolução Industrial que devem ser medidos, é também verdade que já existem indícios o suficiente para afirmarmos que estamos diante de uma possível reestruturação produtiva e que já vem afetando decisivamente a classe trabalhadora em seu conjunto, não apenas devido às TICs adotadas no processo produtivo mas também as transformações jurídicas e legislações trabalhistas que vêm acompanhando esse processo desde a crise de 2008, com especial destaque para as reformas trabalhistas, como ocorreu no Brasil, em 2017, durante o governo de Michel Temer (Praun; Antunes, 2020).

Tais impactos sociais estão incluídos, ainda que abstratamente, nas previsões de Klaus Schwab (2016), quando em seu livro chama atenção, com um perceptível temor, para a necessidade de “evitar uma reação popular contra as mudanças fundamentais em curso”. Tal receio vem sendo confirmado pelas recentes investigações sobre as relações de trabalho impostas pelas empresas de aplicativo no sentido da precarização e demolição dos direitos trabalhistas (Antunes, 2020) e nos efeitos subjetivos e físicos da adoção das tecnologias da Indústria 4.0 nas fábricas, levando ao adoecimento, lesões, precarização e intensificação da alienação do trabalho, como foi verificado na Mercedes-Benz de São Bernardo dos Campos por Augusto Pinto (2020).

Diversos estudos apontam que, desde a crise de 2008, o capitalismo passa por importantes transformações, seja nas relações de trabalho em escala internacional, seja nas relações econômicas mundiais, estando em jogo sua própria capacidade de adaptação enquanto modo de produção vigente. Segundo Tonelo

(2020), as transformações em curso apontam não somente para o aprofundamento de tendências neoliberais, mas também vislumbram um salto de qualidade para uma possível reestruturação produtiva em escala global. Em torno de tais transformações, localiza-se o debate da Indústria 4.0, fusão entre a dimensão física e a digital nas cadeias de valor, e a hipótese de que estamos diante de uma Quarta Revolução Industrial (Schwab, 2016).

Após o eclodir da crise de 2008, a tecnologia se tornou um dos grandes palcos do acirramento entre as principais potências mundiais. Não por acaso, a Indústria 4.0 ganha o posto de objetivo estratégico da Alemanha, na medida em que essa identifica sua vantagem industrial e descompasso digital em relação à China (Kagermann *et al.*, 2013); assim como os conflitos interestatais entre EUA e China emergem em torno da tecnologia 5G.

É, também, uma evidência deste fenômeno o aumento progressivo de investimento em maquinários de última geração e pesquisas no campo digital. O Instituto Humanitas Unisinos (Silva, 2017) demonstra que, mesmo em meio à crise econômica, com fábricas ociosas e demissão de funcionários, a indústria automobilística brasileira está intensificando o processo de robotização. Das 21 montadoras consultadas, 14 informaram o número de robôs em suas fábricas, dando um total de 4.653 unidades, sendo que grande parte foi adquirida nos últimos quatro anos, período em que a produção de veículos caiu 32%⁵.

No Brasil, segundo Carneiro *et al.* (2018, s.p.), “a indústria brasileira apresentou, no período 2014-2016, seu pior desempenho histórico, superando até mesmo a evolução negativa do final de 2008”, trazendo o tema da desindustrialização brasileira para o debate econômico. Sendo assim, é possível deduzir a adoção dos projetos tecnológicos e de automação por parte das automobilísticas brasileiras, no contexto da crise econômica mundial, sendo fundamental um estudo que dê conta de compreender as implicações deste processo no escopo do projeto da Indústria 4.0, e suas perspectivas enquanto possível contra tendência a este cenário.

Para fins de entendimento inicial, merece destaque o conceito de *Smart Factory*, “Fábricas Inteligentes”, que, segundo nossa pesquisa, representa o principal elemento da Indústria 4.0 no ramo da indústria automobilística. São

⁵ Cf. *Montadoras investem em robotização, mesmo com crise e fábricas ociosas*, artigo disponível no *site* do Instituto Humanitas Unisinos, 2017.

fábricas nas quais os sistemas ciberfísicos comunicam-se entre si por meio da “*Internet das Coisas*” e da “*Internet dos Serviços*”, auxiliando máquinas e pessoas na execução de suas tarefas (Rodrigues *et al.*, 2016). Blanchet *et al.* (2014) mostram as características essenciais deste novo modelo fabril nos processos realizados onde é possível se obter dados de fornecedores, clientes e da própria empresa, que podem ser avaliados e posteriormente integrados à produção. Também faz parte da Fábrica Inteligente a cadeia de suprimentos completamente integrada e a utilização de novas tecnologias como robôs, impressoras 3D e sensores, resultando em processos de produção mais ajustados, com tempo de resposta real. Todos os produtos e equipamentos são providos de sensores capazes de se comunicar e que trazem todas as especificações inerentes ao produto e ao equipamento. Dessa forma, a expectativa é que a produção se torne toda automatizada e autônoma, com as máquinas se comunicando entre si e informações sendo transmitidas em tempo real.

Nestas definições acerca dos componentes e características da Indústria 4.0, é possível identificar a recorrência da projeção de um novo ciclo de automação e robotização das atividades industriais, com a preponderância da eficiência tecnológica em oposição e intervenção humana, além da integração de processos através da comunicação digital que permitiria o aumento da capacidade de gestão de recursos e eficiência da supervisão. É neste contexto que Frey e Osborne (2017) afirmam, em estudo, que a probabilidade de automação é de 98% para trabalhos de montagem, 94% para trabalhos de soldagem e mais de 90% para diferentes tipos de tarefas de operação de máquinas. Desta forma, o trabalho vivo estaria profundamente questionado pela automação.

Sobre as afirmações feitas por Frey e Osborne (2017), o estudo de Martin Krzywdzinski (2021) se posiciona criticamente, afirmando que:

O estudo de Frey e Osborne iniciou uma discussão animada (ver Arntz *et al.*, 2017; Dengler; Matthes, 2018; Pfeiffer, 2018), que criou uma enorme consciência sobre os atuais processos de mudança tecnológica, a sua principal fraqueza é que continua dominado por argumentos abstratos sobre o potencial da automação, ao mesmo tempo que nos faltam análises detalhadas do desenvolvimento tecnológico e os seus efeitos no trabalho têm sido raros (Krzywdzinski, 2021, p. 500).

Fruto desta “discussão animada”, no sentido oposto da teoria marxista, crescem formulações teóricas que Vitor Filgueiras e Sávio Cavalcante (2020)

referenciam como um “segundo adeus ao trabalho”, fazendo um paralelo com as teses da década de 1980, destacando André Gorz e Claus Offe, que previam o fim da classe trabalhadora tal qual era conhecida até então devido ao advento da eletrônica e da automação. Ainda que as teses contemporâneas sobre as transformações em curso sejam menos explícitas quanto à noção do fim do trabalho em geral, muitos teóricos, como Guy Standing (Standing, 2011 *apud* Filgueiras; Cavalcante, 2020, p. 162), passam a refletir sobre este tema, propondo novas categorias e abordagens, sustentando que estamos diante de uma transformação irreversível da classe trabalhadora assalariada tal como a conhecíamos devido às novas relações do trabalho flexível, especialmente impulsionadas pelo que pode ser chamado de “urberização do trabalho” e as empresas de aplicativo.

Contrapondo as teorias entusiastas da Quarta Revolução Industrial que comungam com a expectativa da substituição e redução do trabalho humano, Vitor Filgueiras e Sávio Cavalcante (2020) apontam para o aumento do trabalho assalariado ao redor do mundo nas últimas décadas. Ricardo Antunes (2020) também aponta para a frustração de tais expectativas, em perspectiva histórica, analisando as tendências que podem ser acentuadas pela Indústria 4.0 e o emprego das TICs.

Ao contrário do que ditava a equivocada “previsão” do fim do trabalho, da classe trabalhadora e da vigência da teoria do valor, o que temos, de fato, é uma ampliação do trabalho precário, que atinge (ainda que de modo diferenciado) desde os trabalhadores e trabalhadoras da indústria de *software* até os de *call-center* e *telemarketing* – o infoproletariado ou cibertariado – alcançando de modo progressivo os setores industriais, da agroindústria, dos bancos, do comércio, do *fast-food*, do turismo e hotelaria, etc., e incorporando até mesmo os trabalhadores imigrantes, cujos números se expandem em todas as partes do mundo. É quase impossível, hoje, encontrar qualquer trabalho que não tenha alguma forma de dependência de aparelho celular (Antunes, 2020, p. 13).

E, mais adiante, a respeito da gestão fabril na Indústria 4.0, Antunes segue dizendo que:

Sem tergiversações: com a Indústria 4.0 teremos uma nova fase de hegemonia informacional-digital, sob o comando do capital financeiro, na qual celulares, *tablets*, *smartphones* e assemelhados cada vez mais se converterão em importantes instrumentos de controle, supervisão e comando nesta nova etapa da ciberindústria do século XXI (Antunes, 2020, p. 15).

Ricardo Festi (2020), utilizando a linha argumentativa do marroquino Benjamin Coriat (Coriat, 1996), compreende que a Quarta Revolução Industrial inaugura novos meios e suportes, criados com a revolução digital, que possibilitam um novo salto na automação, cujo objetivo é conseguir deslocar das mãos dos operários a atividade estratégica de ajuste e controle da maquinaria.

Com este objetivo, a política da “Indústria 4.0” é constituída por dois componentes: um de natureza ideológica e outro de natureza econômica, que se complementam (Pinto, 2020). O componente de natureza econômica trata-se justamente de preparar uma reestruturação produtiva aplicando, no interior dos processos produtivos, o que há de mais avançado em termos de inovação tecnológica disponível no mercado. A *Internet* das Coisas possibilita conectar cada equipamento, máquina e ferramenta que está sendo utilizada na produção em rede, coletando dados em tempo real de tudo que está sendo feito, permitindo, assim, a utilização de um *Big Data* para armazenar uma gigantesca quantidade de dados para serem processados e traduzidos para a posição patronal, sugerindo opções de gestão e controle dos processos. A robótica e a automação integradas a esse sistema de informação podem utilizar da Inteligência Artificial para corrigir falhas, adequar e mudar processos em tempo real, assim como o ritmo e os parâmetros da produção.

Já o componente ideológico trata-se de uma ampla propaganda da “Indústria 4.0” em escala global para vender este projeto globalmente, assim como seu “*know-how*” (Pinto, 2020), e para exportar seus recursos materiais. Ademais, a ampla propaganda serve para realizar uma operação imperialista consciente de facilitar a inserção de novas tecnologias através de uma “narrativa positiva” que arme a classe patronal e a intelectualidade burguesa com um discurso favorável. Tal discurso vem a ser reproduzido nos centros de formação técnicos, no *marketing* empresarial, pelas corporações de recursos humanos, pelos governos e agentes estatais, pela comunidade científica e tecnológica, desse modo, gerando aceitação e naturalização por parte da opinião pública e, no máximo de sua efetividade no sonho dos capitalistas, a passividade dos próprios trabalhadores, servindo diretamente a necessidades econômicas desse grupo que controla o capital.

Do ponto de vista da teoria da acumulação do capital através da exploração do trabalho, elaborada por Karl Marx (2004) para compreender a dinâmica capitalista da revolução tecnológica e de produção de valor, ainda existem muitas

lacunas a serem desvendadas sobre os mecanismos utilizados pela Indústria 4.0 para recompor as taxas de lucro e aumentar a extração de mais-valor. Os entusiastas (Rodrigues *et al.*, 2016) da *Quarta Revolução Industrial* atribuem as vantagens competitivas da Indústria 4.0 ao emprego das TICs, por conectarem espaços físicos ao campo digital, possibilitando o aperfeiçoamento da automação nos processos produtivos, gerando diminuição da interferência humana nas cadeias de valor, diminuição da participação de trabalho vivo e do capital variável, e aumento da produtividade. Porém, grande parte das elaborações teóricas a respeito das tecnologias da Indústria 4.0 abordam a questão de forma tecnicista, partindo da premissa de que a produção do valor está na eficiência tecnológica aplicada ao processo, sendo o trabalho humano apenas um “insumo” a ser gerido e administrado, como é o caso do relatório do Conselho Nacional da Indústria de 2017.

Neste contexto, o projeto da Indústria 4.0 parece guiar grande parte das transformações nas relações de trabalho em curso, seja no setor fabril, seja na logística, seja nos serviços (Antunes, 2020). Estes novos modelos de empreendimentos capitalistas, assim como suas tecnologias e sua relação com o trabalho ainda carecem de investigação devido à sua temporalidade recente em termos históricos, devendo ser objeto de estudos de pesquisadores acadêmicos. Neste sentido, o mais recente e moderno complexo industrial da Jeep Goiana, como vimos nos capítulos anteriores, se mostra um excelente objeto para compreender as aplicações práticas da Indústria 4.0, devido à sua magnitude econômica e à sua relevância tecnológica, de forma que poderemos investigar como as tecnologias que a compõem operam no modelo escolhido por esta multinacional e verificar localmente as previsões e transformações ocasionadas por esta na produção de valor.

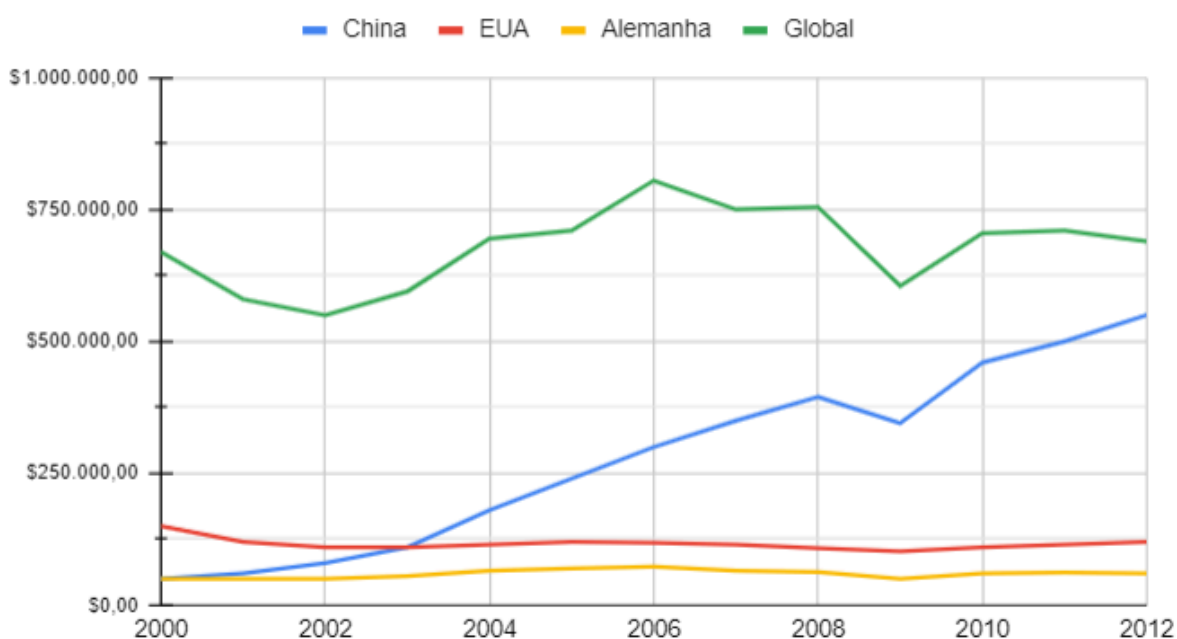
3.2 COMPETIÇÃO E CONCORRÊNCIA INTERCAPITALISTA PÓS-CRISE DE 2008 E A ASCENSÃO DA POTÊNCIA CHINESA

No Gráfico 30, é possível verificar o progressivo aumento de exportação tecnológica e informacional pela China, com uma guinada ascendente desde 2001, ultrapassando os EUA.

A crise de 2008 marca uma queda momentânea desta tendência, mas que se retoma com ainda mais vigor já em 2009. Não por acaso a localização estratégica para competir com a produtividade chinesa era um dos principais objetivos do projeto tecnológico alemão. A incorporação da China na cadeia de valor internacional, especialmente na produção de bens tecnológicos, é a premissa para as transformações propostas pela Indústria 4.0.

Gráfico 30 – Gráfico de exportação de produtos informacionais e de tecnologia

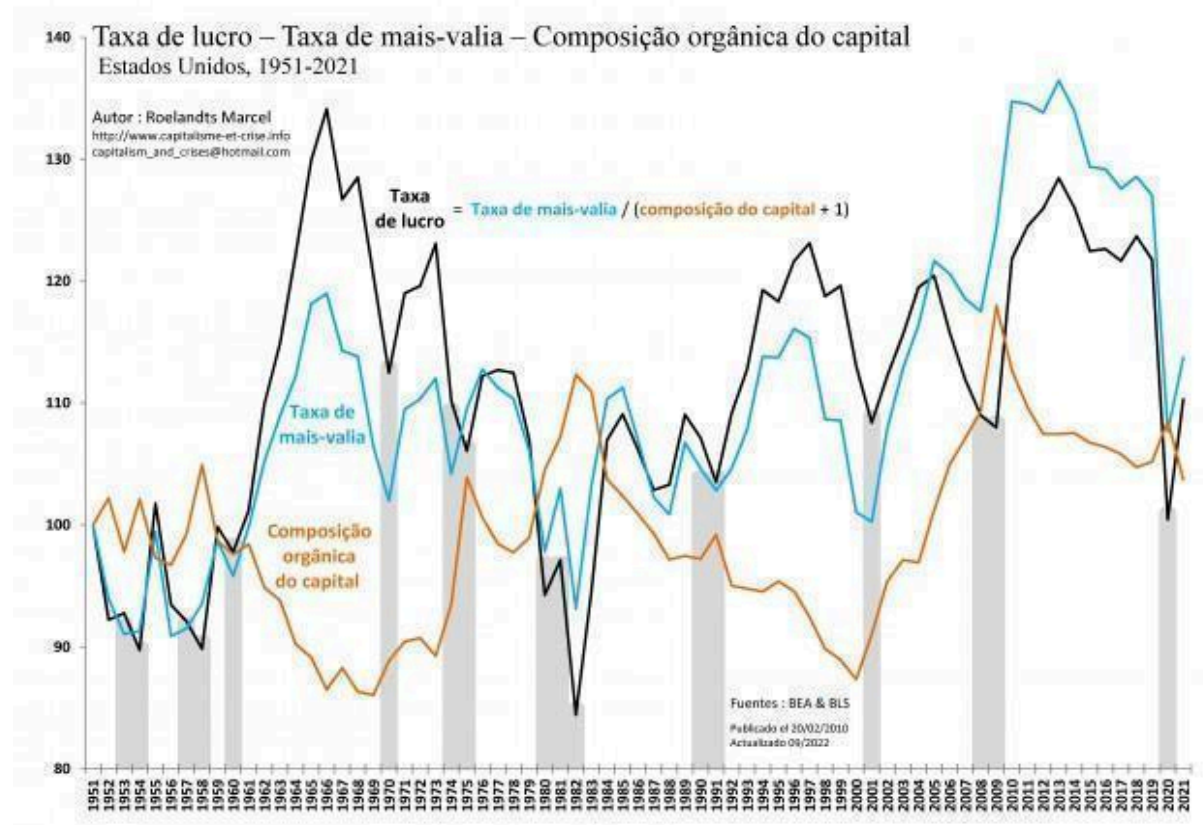
Exportação de produtos informacionais, comunicação e tecnologia, 2000-2012



Fonte: OECD Data, s.d.

Ernest Mandel, em *O Capitalismo Tardio* (1978), nos explica que um dos componentes motores das crises cíclicas do capitalismo é a composição orgânica do capital, ou seja, o quantitativo de massa de capital convertido em maquinaria e bens de produção, capital fixo em relação ao quantitativo de capital variável necessário para mover o maquinário, em contraposição ao valor do total do capital fixo em relação ao valor da massa salarial. O aumento da composição orgânica do capital leva à redução da taxa de lucro, resultante da lei da tendência da queda da taxa de lucro, em que opera a extração de mais-valia relativa no marco da concorrência intercapitalista.

Gráfico 31 – Gráfico de composição orgânica do capital, taxa de lucro e mais-valia



Fonte: Taxa [...], 2023.

Se analisarmos as informações do Gráfico 31, podemos observar o aumento da composição orgânica do capital desde os anos 2000, com seu auge coincidindo com a queda da taxa de lucro precedendo a crise de 2008 nos EUA. Interpretando este fenômeno como excesso de bens de capital que levou a um esgotamento da expansão da acumulação capitalista por estes meios, ajuda-nos a compreender também as tendências de reestruturação produtiva, assim como a super financeirização do capitalismo, enquanto uma tendência que precedeu a crise de 2008, como uma alternativa para a valorização artificial do capital através da especulação, e o movimento protetivo do capital monetário obstruído de realizar-se em capital fixo devido à diminuição da taxa de lucro.

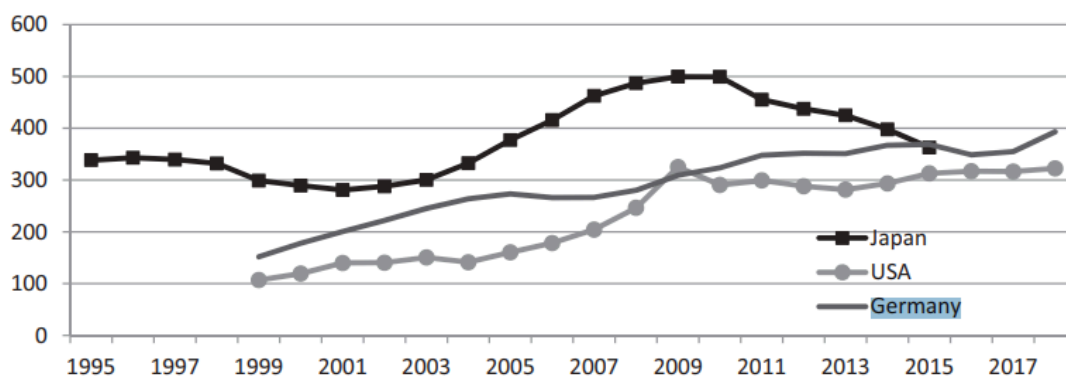
Por outro lado, Mandel também compreende que a tendência de queda de lucro devido ao aumento da composição orgânica do capital não é absoluta. A composição orgânica do capital e o aumento da produtividade também produzem uma contra tendência, qual seja, a dinâmica de crise com o barateamento dos meios de produção, permitindo fôlego relativo para expansão da taxa de lucro, junto ao

aumento da taxa de extração de mais-valia, o que explicaria as bases para um novo ciclo de investimento tecnológico produtivo, uma vez que o barateamento dos meios de produção impulsiona e facilita sua aquisição por parte dos capitalistas.

No início da década de 1990, cerca de 10.000 a 30.000 robôs foram instalados na indústria de automóvel da Alemanha e dos EUA, respectivamente, em 2018, este número aumentou para 128.000 nos Estados Unidos e 108.000 na Alemanha (Krzywdzinski, 2021). Os dados comparativos de aquisição de robôs, entre Alemanha, Japão e EUA, podem ser verificados pelo gráfico de Gráfico 32. Neste gráfico, observamos a quantidade de robôs instalados na indústria automotiva nesses países para cada mil trabalhadores “*blue-collar*” (colarinho-azul⁶).

É interessante notar que, mesmo com o ceticismo em relação à automação da linha de montagem nos EUA e no Japão (Krzywdzinski, 2021), há um aumento considerável de instalação de robôs na indústria automotiva mundial em outras áreas da produção. Nos EUA, em particular, há uma forte guinada entre os anos de 2007 até meados de 2009. Até mesmo o Japão, que seguia uma tendência de inércia e até mesmo de queda de instalação de robôs entre 1997 e 2001, embora partindo de patamares mais elevados desta proporção, passa por aumento vertiginoso a partir do ano de 2003.

Gráfico 32 – Evolução comparada de utilização de robôs na indústria automotiva do Japão, EUA e Alemanha



Fonte: Krzywdzinski (2021).

Vale notar que o aumento consecutivo de instalação de robôs na indústria automobilística desses países, com queda e estabilização após 2008, ano marcado

⁶ Termo usado para operário que realiza trabalho manual, envolvendo mão de obra qualificada ou não qualificada.

pela crise capitalista mundial, acompanha, até certo ponto, o gráfico de composição orgânica de capital do Gráfico 31, com o aumento expressivo de instalação de robôs neste país precedendo a própria crise de 2008.

Esta guinada, tanto de aquisição de robôs quanto de freio pós-crise, pode também se relacionar com o aumento gradativo da digitalização fabril nas automobilísticas, especialmente a partir dos anos 2000 e com o ceticismo inicial das automobilísticas perante os prognósticos da Indústria 4.0 em meados de 2010, dos quais trataremos mais adiante. De toda forma, Krzywdzinski (2021) alerta em sua pesquisa que não existe um correlato imediato entre robôs e aumento na automação de processos ou substituição da força de trabalho.

Mesmo que a comparação entre países em termos de densidade de robôs corresponda, até certo ponto, às análises qualitativas, o indicador deve ser tratado com grande cautela. As análises qualitativas deixam claro que o indicador de densidade do robô não reflete de forma alguma o desenvolvimento geral dos níveis de automação. Primeiro, a análise acima mostrou que a automação assume muitas formas e só é realizada por robôs em alguns processos de trabalho: principalmente em soldagem, pintura e manuseio de materiais. Isto significa que o foco na densidade robótica pode subestimar a extensão da automação, por exemplo, na engenharia mecânica que depende de máquinas-ferramentas e não de robôs. Em segundo lugar, o exemplo da construção de carroçarias, em particular, mostra que um aumento no número de robôs não significa necessariamente um nível crescente de automatização, mas antes reflete a crescente complexidade do equipamento e do processo de fabrico, bem como a variedade de máquinas, processos e materiais. Isto implica que o indicador de densidade do robô superestima a automação (Krzywdzinski, 2021, p. 35).

Ainda assim, no Gráfico 33, que demonstra a dinâmica de empregos na indústria automotiva destes mesmos países, podemos verificar uma diminuição qualitativa nos EUA durante a fase de crescimento da composição orgânica de capital anteriormente verificado no Gráfico 31, com brusca queda após a crise de 2008 e recomposição relativa nos anos subsequentes. Enquanto os demais países, Alemanha e Japão, mantiveram certa estabilidade nesse quesito. Sendo assim, podemos interpretar que há, de fato, uma transformação na composição técnica do capital nos EUA.

Gráfico 33 – Evolução comparada de empregos na indústria automotiva do Japão, EUA e Alemanha

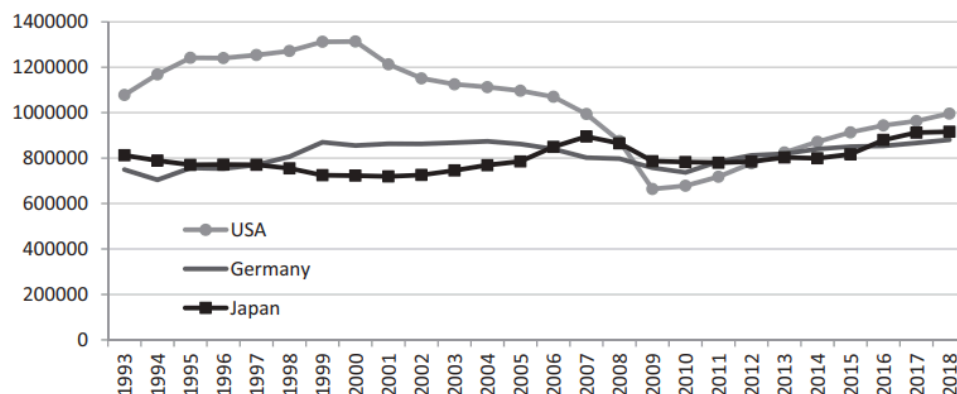


Figure 3. Employment in the automotive industry in Germany, Japan, and the United States (1993–2018).

Source: BLS, VDA.

Fonte: Krzywdzinski (2021).

Segundo Krzywdzinski (2021), a crise econômica atingiu profundamente a indústria automobilística norte-americana.

A crise econômica global foi uma ruptura massiva na indústria de automóvel americana, que empurrou os fabricantes GM e Chrysler para a insolvência (e a Ford para quase insolvência); em última análise, foi necessário um pacote de resgate do governo americano para resolver o problema (Klier; Rubenstein, 2012). A crise foi particularmente pronunciada nos Estados Unidos porque o colapso da procura causado pela crise econômica global coincidiu com um declínio prolongado nas quotas de mercado das Três Grandes no seu mercado interno: Desde meados da década de 1990 até ao início da crise, esta quota de mercado caiu de cerca de 75% para menos de 50% (Klier; Rubenstein, 2012). A crise teve consequências dramáticas para as empresas: os custos tiveram de ser reduzidos ao longo de vários anos (Goolsbee; Krueger, 2015). Além disso, as empresas sofreram uma enorme perda de conhecimentos e competências devido à eliminação de várias centenas de milhares de empregos em poucos anos. Embora o emprego tenha aumentado novamente a partir de 2009 e atingido quase 1.000.000 de pessoas em 2018, o conhecimento e as competências tiveram de ser reconstruídos (Katz *et al.*, 2013) (Krzywdzinski, 2021, p. 518).

Ao analisarmos as tendências pós-crise no que diz respeito à proporção de trabalhadores *blue-collar* no conjunto de empregos ofertados pela indústria automobilística nestes países, disponível no Gráfico 33, verificamos uma permanência desta proporção nos EUA, enquanto há uma queda da proporção no Japão e na Alemanha.

Gráfico 34 – Evolução comparada da quantidade de trabalhadores *blue-collar* na indústria automotiva do Japão, EUA e Alemanha

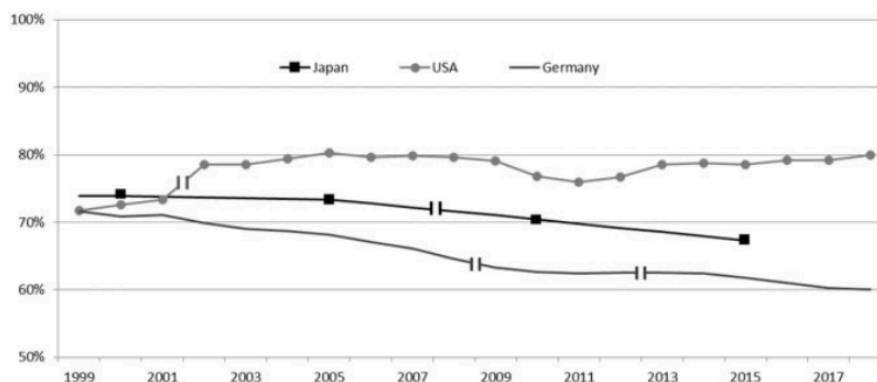


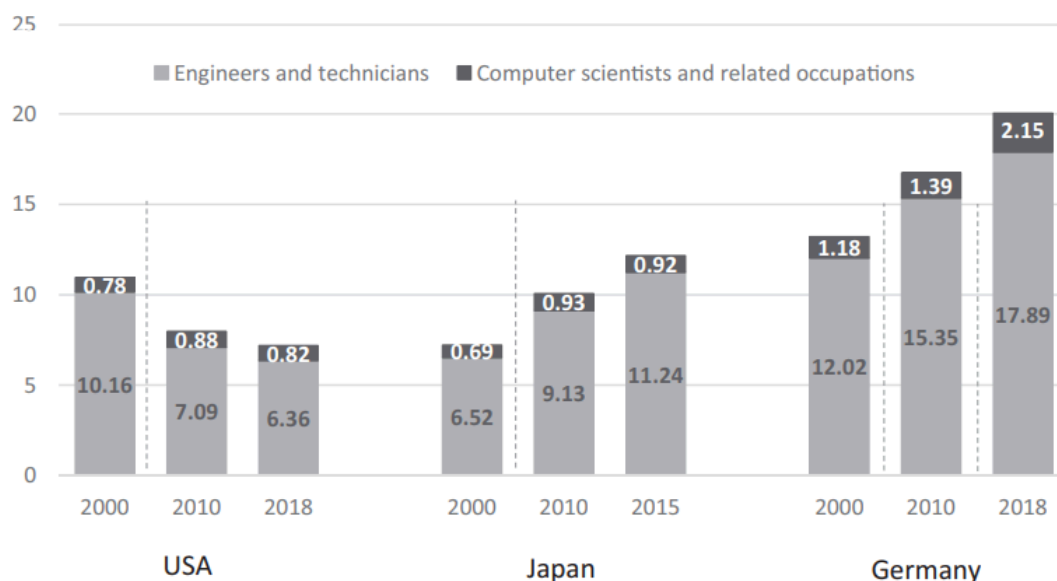
Figure 5. Share of blue-collar workers (production, logistics, and construction) in the total employment in the automotive industry in Germany, Japan, and the United States.

Source: Own calculation based on BLS, SBJ, and BA. Major statistical revisions are marked by ||.

Fonte: Krzywdzinski (2021).

As tendências deste gráfico coincidem com o aumento da proporção de empregos relacionados a postos técnicos, engenharia e TI, nestes mesmos países, com redução nos EUA e aumento desta proporção no Japão e na Alemanha, conforme podemos analisar no Gráfico 35. Desta forma, é possível interpretar que, após a crise de 2008, tanto Japão quanto Alemanha estavam melhor posicionados para a adoção dos parâmetros da Indústria 4.0, e para a aposta em uma nova rodada de incremento tecnológico, enquanto os EUA tiveram de lidar com um desequilíbrio na composição técnica de capital, tal como verificamos anteriormente, sendo também o epicentro da crise de 2008. Também coincide com essa análise as afirmativas por parte dos documentos de desenvolvimento estratégico alemão a respeito de seu melhor posicionamento na competição interestatal capitalista no desenvolvimento do conceito de Indústria 4.0 (Kagermann, 2013).

Gráfico 35 – Evolução comparada da quantidade de trabalhadores especializados na indústria automotiva do Japão, EUA e Alemanha



Fonte: Krzywdzinski (2021).

Ainda sobre a diminuição relativa da proporção de trabalhadores *blue-collar* em relação aos postos técnicos, engenharia e informática, Krzywdzinski (2021) afirma que:

Esta diminuição relativa afetou principalmente operadores de máquinas, embora quase não tenha havido alteração na proporção de trabalhadores de soldagem e pintura, ou seja, trabalhadores nas áreas mais afetadas pelo uso de robôs na engenharia automotiva. Este poderia ser um indicador de que, nas últimas décadas, a automação não levou tanto a uma substituição direta do trabalho humano por robôs – áreas como a construção de carrocerias de automóveis têm sido altamente automatizadas há algum tempo e os principais efeitos no emprego ocorreram há muito tempo atrás. Mudanças importantes nas tecnologias de processos parecem estar relacionadas principalmente com tecnologias de controle de processos digitais, o que pode, por exemplo, permitir que um número menor de trabalhadores opere um parque de máquinas maior (Krzywdzinski, 2021, p. 514).

Esta análise coincide com o que observamos na Jeep Goiana no que se refere ao desenvolvimento de controle de processos digitais, por exemplo. Também é importante termos ciência da proporção de trabalhadores entre os distintos processos da indústria automobilística e entre seus ramos.

As tendências descritas acima aplicam-se tanto aos fabricantes como aos fornecedores de automóveis, embora a níveis muito diferentes. No caso dos

fabricantes de automóveis, os trabalhadores da montagem representam até 75% dos trabalhadores da produção. As prensas e funilarias são altamente automatizadas e empregam poucos trabalhadores. O quadro é diferente para os fornecedores. Neste caso, quase 33% dos trabalhadores da produção ainda trabalham na produção e processamento de metais; também aqui, porém, 41% dos trabalhadores da produção ainda trabalham em operações de montagem (Krzywdzinski, 2021, p. 518).

Neste sentido, podemos constatar que, enquanto nas montadoras de autopeças e nas fornecedoras da indústria automobilística existem diferentes composições da força de trabalho, o processo da montagem do veículo, que emprega 75% da força de trabalho, segue sendo o principal processo de produção de valor e extração de mais valia, tal como se evidencia também na Jeep Goiana. Até mesmo os novos ciclos de acreção tecnológica mais recentes da Indústria 4.0 não mudaram essa realidade nas principais montadoras mundiais. Por outro lado, o investimento tecnológico internacional característico da Indústria 4.0 até o momento, vem se dando nos componentes informacionais do capital, no desenvolvimento dos espaços ciberfísicos e na automação de processos digitais, assim como também aponta Krzywdzinski (2021).

Do ponto de vista da Indústria 4.0, se tomarmos em conta o barateamento dos meios de produção, especialmente informacionais, expressado com o ingresso da China neste mercado produtivo internacional desde 2001, podemos compreender as condições objetivas para uma nova etapa da era informacional capitalista descrita por Ricardo Antunes, em *O Privilégio da Servidão* (2018). Em suma, o aumento da produtividade dos meios de produção digital, ou ainda, do maquinário informacional, é base para a proposição de um novo momento de composição técnica do capital.

Embora este processo venha ganhando novas proporções a partir de 2010 (Krzywdzinski, 2021), tampouco é um processo novo. Como vimos anteriormente, a digitalização fabril vem ocorrendo gradativamente desde os anos 1990, com o conceito de “fábrica digital”.

Digitalização nas áreas indiretas: rumo à “fábrica digital” As chamadas áreas “indiretas”, que incluem desenvolvimento de produtos, planejamento, controle de produção, garantia de qualidade (e muitas outras áreas), passaram por uma profunda mudança tecnológica desde a década de 1990. Esta mudança pode ser descrita pelo termo digitalização. Neste artigo, a digitalização é entendida como tendo dois aspectos. A primeira delas é o desenvolvimento de sistemas de *software*, a padronização de dados e a coleta, processamento e fornecimento desses dados. O segundo aspecto é a utilização dos dados assim criados para a automatização de cálculos, testes, simulações e processos de avaliação. A digitalização abre assim novas possibilidades para os trabalhadores humanos, mas ao mesmo tempo cria a base para a automação e automatiza o processamento de dados (Krzywdzinski, 2021, p. 516).

Ainda segundo Krzywdzinski (2021, p. 513):

[...] o primeiro elemento central da “Fábrica Digital” foi uma maior digitalização do desenvolvimento de produtos. O foco estava no desenvolvimento dos chamados “protótipos virtuais” e no uso de realidade virtual e simulações a fim de reduzir o esforço envolvido no desenvolvimento, produção e teste de protótipos (2021, p. 513).

As empresas esperavam permitir o uso sistemático de realidade virtual e simulações de fluxo de materiais, bem como a programação (parcialmente automática) de máquinas e linhas de produção com base em planejamento digital. Empresas perseguiram metas ambiciosas, anunciando digitalizar completamente o planejamento da fábrica até 2005. Este foi o contexto que forneceu a infraestrutura da digitalização de processos.

Na década de 2000, a chamada Ethernet industrial tornou-se amplamente utilizada em fábricas automotivas. A Ethernet é uma tecnologia desenvolvida na década de 1990 para conectar PCs em rede localmente em escritórios. Na década de 2000, a versão industrial da Ethernet tornou-se amplamente disponível, permitindo que redes locais fossem implementadas em fábricas com taxas de dados significativamente mais altas do que antes; isso atendeu aos requisitos de segurança e tempo real do ambiente industrial. Com a Ethernet industrial, as redes passaram a ser mais baratas e muito mais eficientes. Isso possibilitou a proliferação de sistemas de execução fabril, o que facilitou o monitoramento dos processos produtivos (Krzywdzinski, 2021, p. 513).

As esperanças depositadas na “Fábrica Digital” foram apenas parcialmente satisfeitas. Ao longo da década de 2000, os especialistas da indústria observaram repetidamente que ainda faltavam dados precisos sobre materiais e processos e que não havia padronização de dados. No final da década de 2000, uma verdadeira integração de sistemas, desde o desenvolvimento do produto até o planejamento, a

fabricação, a logística e a manutenção ainda não haviam ocorrido. A esperada redução pela metade do tempo de planejamento para novos modelos de veículos foi considerada irrealista desde o início. Foi apenas na segunda metade da década de 2000 que as atividades para desenvolver padrões de dados se intensificaram com a criação de um formato específico para dados de automação automotiva (AutomationML). Isto atenderia às necessidades de planejamento de processos e seria usado como um padrão aberto para a autodescrição de dispositivos, máquinas, sistemas, sistemas de controle e componentes de rede. Com as empresas alemãs desempenhando um papel fundamental, o desenvolvimento do padrão Open Platform Communications – Unified Architecture (OPC UA) começou. A primeira versão foi publicada em 2010 e está agora tornando-se um padrão dominante para redes de máquinas (a *Internet* das coisas industrial) na Europa (Krzywdzinski, 2021). Na segunda metade da década de 2000, soluções integradas de *software* para desenvolvimento de produtos digitais, planejamento de processos, simulação e comissionamento também chegaram ao mercado na forma de sistemas de gerenciamento do ciclo de vida do produto (PLM) (Krzywdzinski, 2021).

A “Fábrica Digital” foi então impulsionada pela discussão sobre a Indústria 4.0, iniciada em 2012, embora seja importante salientar que as empresas automobilísticas se mostraram bastante indiferentes às primeiras publicações sobre a Indústria 4.0 (Krzywdzinski, 2021). Os comentários iniciais enfatizaram que a indústria automotiva vinha trabalhando na “Fábrica Digital” há mais de uma década, que estava ciente das dificuldades e que o conceito da Indústria 4.0 não fornecia quaisquer novas abordagens ou soluções. Além disso, a ideia da “auto-organização” da produção, que foi enfatizada nas publicações originais da Indústria 4.0, tal como pontuado por Krzywdzinski (Acatech-Forschungsunion, 2013; Spath *et al.*, 2013 *apud* Krzywdzinski, p. 513), foi vista como incompatível com o planejamento preciso e a interligação estreita de processos que dominam a indústria automotiva.

A ideia de “autocondução” implica que a produção é um sistema descentralizado de agentes independentes, cada um dos quais reage ao outro. Por outro lado, nos sistemas de produção enxuta que dominam a indústria automotiva, a produção é uma cadeia de etapas de produção precisamente definida que é acionada pelos pedidos dos clientes. Apesar da resistência inicial relativa à ideia da Indústria 4.0, as empresas alemãs, em particular, continuaram a trabalhar na digitalização da produção (Krzywdzinski, 2021).

Porém, devido à disponibilidade de dados e sistemas de *software*, cada vez mais empresas começaram a usar a virtualização para reduzir os processos de aumento de produção durante mudanças de modelo de veículos, enquanto os pacotes de software PLM⁷ cobriam cada vez mais áreas de planejamento de processos. Por outro lado, a crescente padronização da comunicação das máquinas e a implementação progressiva de equipamentos de produção com sensores e o desenvolvimento da *Internet* móvel levaram a mais redes nas fábricas (Krzywdzinski, 2021).

A Audi informou, em 2016, que, pela primeira vez, todas as oficinas de suas fábricas de automóveis estavam conectadas entre si e que havia estabelecido uma central de controle de produção que permite rastrear a produção, os fluxos de materiais e as carrocerias individuais em todas as oficinas. Tecnologias como a RFID tornaram-se cada vez mais acessíveis e robustas, e os fabricantes e fornecedores de automóveis responderam desenvolvendo normas específicas para a utilização destas tecnologias no setor automóvel. O desenvolvimento de *software* também progrediu na década de 2010. Nas fábricas de prensas, por exemplo, o rápido progresso no equipamento de prensas com sensores na década de 2010 tornou possível coletar dados precisos para monitoramento e controle de processos. Esses dados poderiam então permitir que as ferramentas nas prensas reagissem imediatamente se fossem detectados desvios do *status* desejado. No entanto, é importante enfatizar que as fábricas de prensas eram relativamente avançadas em termos de circuitos de controle “inteligentes”. As oficinas de prensas eram também um exemplo de como a rede entre OEMs e fabricantes de equipamentos aumentou: os dados das impressoras usadas pelas montadoras poderiam ser usados pelos fabricantes de equipamentos para simulações no desenvolvimento de produtos e no planejamento de processos. No entanto, a fragmentação dos dados continuou sendo um problema. No final da década de 2010, as empresas alemãs começaram, portanto, a aumentar o seu investimento nas suas arquiteturas de TI, como ilustrado pela cooperação entre a VW, a Siemens e a Amazon para desenvolver uma nuvem industrial específica da VW (Krzywdzinski, 2021, p. 514).

Os desenvolvimentos ocorreram não apenas na Alemanha, mas em todas as empresas de automóveis americanas.

No entanto, existiam diferenças importantes entre as empresas de ambos os países no que diz respeito às suas ambições de desenvolver as suas próprias competências de digitalização. Um bom exemplo disso está relacionado ao estabelecimento de uma nuvem industrial para equipamentos de rede nas empresas. No exemplo acima mencionado da cooperação entre VW, Siemens e Amazon, a AWS fornece a infraestrutura

⁷ PLM ou Product Lifecycle Management (Gerenciamento do ciclo de vida do produto) são soluções e processos usados pelas empresas para gerenciar os dados relacionados ao produto. O conceito de PLM é uma aplicação que acompanha o produto desde o conceito inicial, passando por design, manufatura, qualidade, manutenção até o descarte.

em nuvem para a “Plataforma de Produção Digital” da VW, mas a VW e a AWS cooperam para desenvolver aplicações (Lechowski; Krzywdzinski, 2019; Srocke; Karlstetter, 2019). A nuvem industrial destina-se a interligar as fábricas da Volkswagen em todo o mundo e toda a cadeia de abastecimento da VW com mais de 30.000 locais de fornecedores (Automationspraxis, 2019). Não só integrará dados, mas também fornecerá uma loja de aplicativos com aplicativos para monitoramento e análise de dados. Vários fabricantes de equipamentos (Siemens, ABB, Du`rr, Grob, Wago) e empresas de TI (ASCon Systems, BearingPoint, Celonis, NavVis, Synaos, Teradata) já anunciaram a sua cooperação com a nuvem industrial da VW. Ao criar uma nuvem para o Grupo VW, a VW procurou adquirir ela própria as suas próprias competências de desenvolvimento. Isto reflete-se no objetivo declarado da empresa de reunir 5000 cientistas informáticos e criadores de *software* na recém-fundada unidade “*Car.Software*”, a fim de desenvolver 60% do *software* necessário internamente no futuro (o grupo estima atualmente que 10% do *software* utilizado pela empresa é desenvolvido internamente) (Volkswagen, 2019; ver também Cacilo; Haag, 2018) (Krzywdzinski, 2021, p. 514).

As ambições dos fabricantes e fornecedores de automóveis alemães também são evidentes nas fábricas modelo, onde são testadas novas formas de tecnologias digitais (Krzywdzinski, 2021). Um exemplo é a Fábrica da Daimler em Sindelfingen. De acordo com os planos originais, a *Factory 56* deveria iniciar a produção em 2020 como uma instalação de montagem final pura de veículos de luxo do grupo Daimler. Esta fábrica seria considerada um novo conceito de montagem modular, com AGVs transportando todos os materiais necessários e os próprios veículos. O objetivo também era testar sistematicamente o uso de análises de *Big Data* e inteligência artificial (IAs) na produção. No entanto, até o momento, a *Factory 56* ainda não iniciou sua produção. Porém, é particularmente interessante constatar a utilização de artigos de luxo como nicho para testar inovações tecnológicas de produção, uma vez que o preço da mercadoria produzida não é o fator decisivo para a viabilidade do processo.

Quando localizamos a composição técnica do capital no âmbito dos meios de produção informacional, é especialmente relevante destacar a capacidade de processamento computacional, elemento decisivo para execução algorítmica da inteligência artificial, assim como a capacidade de armazenamento e velocidade de transferência de dados, que compõem o *Big Data* e a IoT. Para descer ao plano concreto, estamos descrevendo, teoricamente, que o aumento exponencial na produtividade e aprimoramento tecnológico de processadores, mídias de HD (Disco Rígido) e SSD (Unidade de Estado Sólido), *internet* em nuvem e a tecnologia 5G permitiram o barateamento desses meios de produção informacionais, prerrogativa que viabiliza a Indústria 4.0.

Mandel (1978) também compreende a importância dos avanços tecnológicos do capital atingirem as mercadorias de consumo de massas como uma sinalização de uma nova etapa de revolução técnica na esfera produtiva. Podemos identificar tal sinalização no acesso de aparelhos celulares e *notebooks* que suportam comunicação em nuvem, com alta capacidade de processamento, dispostos para o consumo de massas.

A conjugação desses fatores leva à possibilidade de criação da economia de plataforma, por exemplo, que se apropria dos bens informacionais pessoais do trabalhador enquanto meios de produção gratuitos do capital. Por outro lado, também permite o manuseio e operacionalidade destes por parte da força de trabalho, para seu autogerenciamento mediado pela automação algorítmica, sem um treinamento especializado.

Também podemos considerar que existe uma participação importante da indústria automobilística americana na crise de 2008, ao menos no que se refere à elevação da acumulação orgânica de capital e às consequências de seu impacto. Este cenário abre caminho para a elevação da competição intercapitalista neste setor, a realocação da indústria automobilística alemã, que, logo após a crise de 2008, engaja no conceito de Indústria 4.0, buscando elevar a produtividade do trabalho através do incremento tecnológico informacional. Combinando também a necessidade de uma reestruturação produtiva global – no bojo do aprofundamento do modelo neoliberal global no que se refere, particularmente, à destruição dos direitos trabalhistas; desse modo, agregando novos elementos de desordenamento internacional da economia, aprofundado pela pandemia, e intensificação das competições interestatais.

Também corrobora para esta conclusão a atual conjuntura do *boom* de inteligências artificiais nas distintas esferas da economia e da sociedade, liderada pelo *Chat GPT* e pela *Open AI*. Partindo de que as IAs são automações digitais, e fruto de um exponencial avanço da digitalização dos processos, conforme desenvolvemos nos capítulos anteriores, podemos analisar o processo de constituição histórica do *ChatGPT*, por exemplo, a partir do crescente processo de digitalização e intercomunicação informacional, na esfera não produtiva, algo que já ocorre na indústria desde os anos 90. Conforme demonstra Krzywdzinski (2021), os anos 2000 são marcados por intensos debates em torno da “fábrica digital”, com estas tecnologias alcançando o setor de serviços em meados de 2010, com o

processo de uberização do trabalho e das plataformas digitais, e tornando-se mercadorias disponibilizadas para o mercado nos anos de 2020.

Considerando que a chamada Terceira Revolução Industrial, que se inicia por volta de 1950, e seus componentes de telecomunicação e informática apenas se popularizaram a partir dos anos 1990, com a produção de celulares e computadores pessoais em larga escala, porém, apenas atinge um ápice de sua capacidade tecnológica eletrônica e informacional agregada a mercadorias na primeira década dos anos 2000, quando celulares e *notebooks* passam a se integrar a vida cotidiana, digitalizando a processualidade da reprodução da vida social em distintas esferas; podemos interpretar, portanto, que esta expansão digital, que ocorre desde os anos 1990 na indústria automotiva, agora se expande para praticamente todas as esferas sociais, sendo a base para o recente *boom* das IAs, em que alta tecnologia informacional e de processamento atingem o setor de serviços, circulação e reprodução da vida social, tornando-se, também, mercadoria doméstica de uso particular.

Neste sentido, no que se refere às previsões elaboradas pelos prognósticos da chamada “Quarta Revolução Industrial”, ao contrário da produção literária produzida hegemonicamente, até o momento não há confirmação de uma revolução no que se refere à automação e à robotização de atividades manuais e ampla substituição da força de trabalho por trabalho morto na indústria automotiva, conforme previsto. Porém, do ponto de vista da automação digital e das IAs, nos é permitido compreender que existe uma revolução técnica em curso, que poderá atingir decisivamente o trabalho intelectual e criativo, assim como seguir configurando os trabalhos informais, autônomos, *on demand*, em serviços, e agora também técnicos especializados. Essa previsão é corroborada com a análise que realizamos a partir da aplicação das automações digitais já presentes no modelo da Indústria 4.0 na Jeep Goiana.

De outro ponto de vista, o aumento da composição técnica do trabalho, somado aos efeitos da crise de 2008 no que se refere à destruição de capital, cria a segunda condição decisiva para as economias de plataforma: a recomposição da superpopulação relativa, ou seja, aumento do desemprego, levando ao rebaixamento dos salários e ao aumento da taxa de lucro, o que reconstitui a expansão do capital, especialmente na esfera da circulação e reprodução da força

de trabalho, nos setores de serviços e logística, assim expandindo também numericamente o proletariado.

Neste contexto, buscando conter o efeito cascata da crise, e sua expansão desgovernada pelo globo, a burguesia internacional conduz uma ação coordenada de salvamento dos bancos, injetando dinheiro público para a compra dos ativos podres. Esta operação internacional dirigida pelos países imperialistas buscou conduzir os efeitos da crise de forma a amenizar uma ruptura econômica desgovernada do capitalismo, tal qual ocorreu na crise de 1929, e, ao mesmo tempo, transferir o centro da crise dos países centrais do capitalismo para os países periféricos e dependentes através da dívida pública (Tonelo, 2020).

A injeção de dinheiro público para salvamento dos bancos leva ao superendividamento dos estados, que, por sua vez, aplicam planos de austeridade para garantir o pagamento de suas dívidas e compromissos internacionais. As reformas da previdência aplicadas internacionalmente são parte fundamental deste processo, que, ao fim, despeja os custos da crise sobre os trabalhadores.

Marcado o fim do ciclo de crescimento econômico neoliberal, com a crise de 2008, entrando numa nova etapa do capitalismo que alguns economistas caracterizam como estancamento secular, para dar conta de uma longa recessão, a coordenação dos principais estados capitalistas evitou os efeitos de um grande “crack”, como em 1929, para uma recessão prolongada, intensificada pela pandemia. O objetivo deste intento foi aumentar a sobrevivência econômica internacional e reconstituir padrões de acumulação. Assim, as principais potências mundiais transformaram suas políticas econômicas internas e externas para dar conta das contradições deste novo momento.

Não há dúvidas de que os impactos da última década no mundo do trabalho que vão no sentido de aprofundar a reestruturação produtiva neoliberal foram as investidas do capital contra o trabalho de 2009-2010, particularmente na Europa, conhecidas como *planos de austeridade*. O fundamento da atuação do grande capital internacional e dos governos nacionais em comparação a outras crises (em particular a Grande Depressão de 1929) está na resposta à crise, dada de forma mais ou menos coordenada, com políticas monetárias e fiscais ofensivas: de um lado os distintos injetando trilhões de dólares nas economias nacionais a fim de salvar bancos e grandes empresas – o que acabou por evitar um desenvolvimento depressivo da crise; de outro lado, uma política fiscal de arrocho, mecanismo decisivo para a manutenção do sistema financeiro e industrial, como a implementação dos chamados planos de austeridade na Europa (grande laboratório social dos primeiros anos da crise). Esse aspecto é muito importante para compreendermos a reestruturação do

capital, pois é, de certo modo, o mais “neoliberal” dos aspectos pós-crise, no sentido de buscar reproduzir as condições de exploração anteriores (corte de salário de benefícios, aumento das jornadas, precarização das condições laborais etc.), mas de uma forma ainda mais intensificada, vide o exemplo da Espanha e da Grécia (Tonelo; Ramos, 2021, p. 142).

Neste sentido, embora os estados imperialistas tenham sido em boa medida bem-sucedidos em despejar sua crise sobre a classe trabalhadora e sobre os países subordinados na cadeia econômica internacional, a recessão cria contradições novas que ganham a cena dos conflitos geopolíticos e da luta de classes, marcando descontinuidade na cooperação da ordem globalizada de quando o empreendimento neoliberal vinha em ascensão.

Neste marco, a reestruturação produtiva visa encontrar novos padrões de acumulação na etapa aberta pós-crise de 2008, sendo a Indústria 4.0 parte deste processo. Como vimos, a inserção da economia chinesa no mundo, após sua restauração capitalista com os baixos salários, pressionou a economia internacional no sentido de elevar a sua produtividade para competir com a nova fábrica do mundo. A busca por expandir a margem da extração de mais-valia e recompor a taxa de lucro no marco desta competição internacional frente a crise de 2008 coloca a Indústria 4.0 no rol de apostas para os grandes monopólios internacionais. Entretanto, esta mesma crise e a competição interimperialista pela extração de mais-valia colocam limites para a inversão de capital, assim como para os nichos de acumulação, e, conseqüentemente, coloca limites para a própria implantação generalizada da Indústria 4.0, promovendo uma “Quarta Revolução Industrial”.

Tomando como base a Terceira Revolução Industrial, a primeira que aconteceu durante a etapa imperialista do capitalismo, Lenin a considerou a fase de decadência capitalista, em que as capacidades de revolucionar as forças produtivas estão contrapostas pela saturação global deste modo produção, assim como devido à formação de grandes monopólios globais e o acirramento da competição interestatal imperialista. Nestes marcos, a chamada Terceira Revolução Industrial foi possível após a Segunda Guerra Mundial, quando parte significativa das forças produtivas foram destruídas, abrindo um novo ciclo de acumulação com a reconstrução dos países devastados pela guerra.

3.3 CONTINUIDADES E DESCONTINUIDADES DA ACUMULAÇÃO FLEXÍVEL NA REESTRUTURAÇÃO PRODUTIVA GLOBAL EM MEIO À DECADÊNCIA NEOLIBERAL

Apesar do *boom* das IAs e das profundas transformações que podem advir nos ramos de trabalho criativo e intelectual, podemos traçar limites para que a Indústria 4.0 se transforme em uma “Quarta Revolução Industrial”, alterando o conjunto das cadeias produtivas industriais no que tange à generalização da automação e à substituição da força de trabalho. Ainda assim, é necessário dar conta dos novos elementos que entram em cena após a crise de 2008, no que diz respeito à reestruturação produtiva em curso.

Valéria Cirillo *et al.* (2020), em consonância com os resultados da investigação de Krzywdzinski (2021), afirmam que o padrão flexível da produção enxuta não apenas se vê continuado após a crise de 2008, como “a intensificação da concorrência no mercado e a estagnação da procura após a Grande Recessão exacerbaram ainda mais estes padrões” (Cirillo *et al.*, 2020, p. 6).

Ao mesmo tempo, há evidências (Butollo *et al.*, 2019) de que as mudanças organizacionais acompanhadas pela adoção de tecnologias I4.0 encontram um padrão de continuidade geral com o paradigma da produção enxuta (Schönberger, 1986; Womack *et al.*, 1990). De certa forma, a onda I4.0 está promovendo o sistema enxuto de produção e dificilmente representa uma mudança paradigmática. De facto, a nova tensão I4.0 no sentido da customização, da redução de inventários, da eliminação de estrangulamentos, do rastreio de erros, da intensificação e saturação do tempo de trabalho e, em geral, da inovação de processos e organizacionais, todos constituindo traços comuns das empresas em estudo, coincidem notavelmente com a primeira onda de produção enxuta, iniciada no final da década de 1970 (Cirillo *et al.*, 2020, p. 6).

A pesquisa de Valéria Cirillo *et al.* (2020) sobre a aplicação das tecnologias 4.0 no contexto industrial italiano, assim como a tese de Tonelo (2020), advoga que o ciclo pós-crise de 2008 é marcado pela competição entre monopólios, levando a conflitos interestatais, adaptando seus modelos produtivos para esta nova etapa do capitalismo mundial. Neste sentido, as tecnologias 4.0 buscam aprofundar o controle do trabalho ao invés de substituir os trabalhadores nos postos mais estratégicos da produção.

Em suma, esta onda de mudança tecnológica revela-se dirigida para a realização de um sistema enxuto dentro das fábricas que ainda têm de atingir um fluxo de produção completamente tenso e orientado pela procura. Em termos da relação homem-máquina e da autoridade de intervenção dos trabalhadores no processo de produção, a tecnologia I4.0 parece aumentar o espaço para a ação discricionária e formas de controle relacionadas, ao mesmo tempo que reduz o espaço para a autonomia (Cirillo *et al.*, 2020, p. 8).

Neste sentido, a produção flexível direcionada à demanda e ao mercado seria um produto da intensificação da concorrência intercapitalista em contexto de recessão mundial. Porém, no sentido do que viemos observando, enquanto anseio pela produção enxuta e na busca pela otimização da exploração da força de trabalho, o resultado empírico observável com o incremento das tecnologias 4.0 são o aumento da produtividade do trabalho vivo.

Além disso, a produtividade do trabalho apresenta uma tendência global constante nas três empresas, com saltos maiores para a Lamborghini, particularmente nos últimos dois anos. Tendo em conta a dinâmica da produtividade, parece plausível que as nossas empresas concebam os investimentos I4.0 como uma estratégia para estimular o crescimento da produtividade (Cirillo *et al.*, 2020, p. 8).

Deste ponto de vista, nossa compreensão é de que existem rupturas e continuidades. Se, por um lado, há um aprofundamento de ataques neoliberais, que saltam de qualidade, chamados inclusive de ultraliberais, por outro lado, existem elementos no cenário do capitalismo internacional que se chocam com o que vinha sendo o neoliberalismo, como, por exemplo, os conflitos interestatais, atingindo também a relação entre capital e trabalho. Portanto, entendemos que existe uma reestruturação produtiva em escala global, que visa um salto na precarização do trabalho, não apenas atacando os direitos conquistados dos trabalhadores, mas também incorporando a massa de desempregados e subempregados criados pelo neoliberalismo, pela crise de 2008 e pela pandemia global da Covid-19.

Neste sentido, podemos interpretar que o modelo neoliberal flexível permitiu, durante os anos 1990 até a crise de 2008, um crescimento econômico ordenado a partir da cooperação internacional. Ou seja, uma cooperação internacional a partir do controle dos grandes países imperialistas globais ocidentais, que, porém, não anulava, mas continha como parte de si a concorrência monopolista, tendo como tônica de modelo a produção enxuta. Como abordado anteriormente, esta visava

tornar a força de trabalho mais flexível para a exploração do trabalho capitalista do ponto de vista de sua disponibilidade ao trabalho e de sua eficiência ditada pela produtividade, lançando mão de modelos de coordenação do trabalho coletivo e coercitivo mais eficientes e científicos, aproveitando-se dos recursos tecnológicos.

Uma vez que a crise de 2008 quebra o ordenamento mundial neoliberal ostentado pelas potências ocidentais, aprofundando a concorrência, a reestruturação produtiva em curso aprofunda os aspectos flexíveis da produção enxuta em um cenário não mais de coordenação global, mas em franca competição entre estados nacionais. Ao passo que a destruição do capital durante as políticas recessivas advindas da crise e a acreção tecnológica abrem caminho também para novas formas de exploração do trabalho em setores produtivos que, até então, não haviam passado pelo processo de automação digital que a indústria gestou desde os anos 1990-2000.

Esta interpretação a respeito da intensificação da competição interestatal enquanto um fator de descontinuidade do modelo do ordenamento mundial neoliberal, mas que aprofunda o modelo flexível da produção enxuta, corrobora com a interpretação de Iuri Tonelo (2021) a respeito da reestruturação produtiva global após a crise de 2008, bem como com a tese de Emilio Albamonte e Matías Maiello (2011) a respeito da revitalização da etapa de crises, guerra e revoluções após a crise de 2008, em seu artigo *Nos limites da restauração burguesa*. Neste artigo, em diálogo com a caracterização do neoliberalismo enquanto “restauração do poder de classe”, de Gérard Duménil e Dominique Lévy, e contrapondo-se ao triunfalismo burguês que marcou a ofensiva neoliberal, na qual a imagem hegemônica era a restauração capitalista nos antigos estados soviéticos burocratizados, levando a uma nova etapa de prosperidade econômica encabeçada pelas potências imperialistas, Maiello e Emilio (2011) interpretam o neoliberalismo enquanto um retrocesso histórico de “restauração burguesa”. Esta interpretação tem pontos de contato com a definição de David Harvey (2008, *apud* Albamonte; Maiello, 2011, p. 27) sobre o neoliberalismo.

Podemos, portanto, interpretar a neoliberalização seja como um projeto utópico de realizar um plano teórico de reorganização do capitalismo internacional ou como um projeto político de restabelecimento das condições da acumulação de capital e da restauração do poder das elites econômicas (Harvey, 2008, *apud* Albamonte; Maiello, 2011, p. 27).

Neste sentido, a prosperidade econômica da acumulação de capital imperialista e suas taxas de lucro resultavam em um retrocesso histórico das relações sociais, em particular, no que tange à exploração do trabalho em nível mundial. Ou seja, o neoliberalismo não foi uma seta para frente na história do capitalismo, mas, sim, uma seta histórica para trás, para restaurar sua hegemonia e as relações de produção contestadas durante o século XX. Enquanto para o capital o avanço das medidas neoliberais significou um avanço do lucro, da extração de mais-valia e da reposição da sua hegemonia mundial, para o proletariado, significou um retrocesso histórico das suas condições de reprodução da vida social, especialmente nos países da periferia global (Albamonte; Maiello, 2011).

Sendo assim, a “restauração capitalista”, após suas distintas fases, encontrou um limite histórico na crise de 2008.

Hoje, a crise mundial abre uma nova situação em que as contradições acumuladas que se relacionam com o caráter histórico da crise assentam as condições para uma mudança na relação de forças, de signo ainda indefinido, mas que recoloca a vigência da época imperialista, de crises, guerras e revoluções (Albamonte; Maiello, 2011, p. 23).

Luri Tonelo (2021), por sua vez, propõe a interpretação de que a crise de 2008 representou um limite para o padrão de acumulação neoliberal, acarretando não a negação dos métodos neoliberais, mas, sim, um aprofundamento por meio de uma reestruturação produtiva global, uma vez que não havia, a curto prazo, um novo padrão possível radicalmente superior.

Após a crise de 2008, o capital entrou em um impasse: a bancarrota de um modelo de acumulação neoliberal sem perspectiva de uma nova resolução de acumulação internacional, o resultado para o mundo do trabalho também não poderia ser outro. Não se tratou de negar os métodos do período neoliberal – já que não se encontra outro padrão de acumulação capaz de levar a uma metamorfose completamente e mais abrupta –, mas sim de buscar aprofundá-los dentro das novas condições econômicas, o que só poderia levar a formas de decomposição do trabalho e da estrutura produtiva de muitos países, em nome da ação de engordar as massas de lucro de um conjunto de monopólios (Tonelo; Ramos, 2021, p. 143).

Dentro da ordem neoliberal, a competição intercapitalista foi normatizada através das mediações das instituições internacionais (OMC, FMI, BM, OIT, OCDE e a ONU), para a divisão internacional do trabalho nas zonas de influências imperialistas, excepcionalmente a partir da hegemonia norte-americana junto aos

imperialismos ocidentais da União Europeia (EU). Este pacto marcado pelo Consenso de Washington (Tonelo; Ramos, 2021) foi sustentado, em grande medida, pela relação econômica entre os BRICs e as grandes potências imperialistas, como EUA e UE. O fluxo do padrão de acumulação no período de crescimento econômico neoliberal se deu essencialmente entre países exportadores de matéria-prima e *commodities*, países produtores de manufaturas, em destaque a China, e os grandes importadores de mercadorias e exportadores de capital, EUA e países da UE. Com a quebra desse padrão de acumulação que vigorou, de forma excepcional, durante os anos 2000, se fez necessária uma nova reestruturação produtiva global. Sem uma alternativa mágica a curto prazo, o imediato reflexo do capital para proteger suas taxas de lucro foi a elevação das políticas que visavam destruir direitos trabalhistas e a previdência dos países periféricos e angariar com o superendividamento dos estados e a elevação da exploração do trabalho (Tonelo; Ramos, 2021).

Na realidade, partindo da interpretação de Maiello e Albamonte (2011), a ofensiva neoliberal por si mesma pode ser interpretada como as medidas contratendências ao processo de decadência capitalista em sua fase imperialista, possíveis a partir das derrotas mundiais do proletariado nos intensos processos de luta de classes durante os anos 1970 e 1980 e dos antigos estados soviéticos.

Seria possível continuar esta analogia, enquanto processo, com a Restauração Bourbonica em 1814, que dá lugar à implantação de um neo absolutismo e à conformação da Santa Aliança, denominando “restauração burguesa” a contraofensiva que o imperialismo lançou ao conjunto do mundo, após fechar, mediante uma combinação de derrotas físicas e desvios, o ascenso revolucionário ocorrido entre 1968 e 1981.

Esta ofensiva reacionária, que foi batizada de “neoliberalismo”, se expressou num primeiro momento nos países imperialistas, a partir da entrada de Regan no governo dos EUA e de Thatcher na Grã-Bretanha, mediante a implementação de uma série de “contrarreformas” econômicas, sociais e políticas, com o objetivo de reverter as conquistas obtidas pelo movimento operário durante os anos de “boom” do pós-guerra (em previdência, serviços públicos, condições de vida e de trabalho) sob as bandeiras do livre mercado para garantir os lucros capitalistas. Depois se estendeu aos países semicoloniais mediante o chamado “Consenso de Washington”, e teve sua expressão nos ex-Estados operários burocratizados pela via da restauração do capitalismo, ainda que, como veremos, com diferentes consequências na URSS com relação à China (Albamonte; Maiello, 2011, p. 5).

Neste sentido, a crise de 2008 representa o eclodir das contradições acumuladas durante o período neoliberal e um limite de seu processo de

restauração enquanto modo de produção. Ou seja, uma crise na efetividade do padrão de acumulação e reprodução ampliada do valor vigente até então.

Nossa interpretação destas hipóteses é, portanto, de que o padrão de acumulação até então vigente nesta fase neoliberal encontrou seus limites históricos, que já se acumulavam em contradições com crises regionais anteriores (crise asiática de 1997, crise russa de 1998, crise argentina de 2001 e a crise das *ponto.com* no início dos anos 2000), levando à super financeirização da economia como forma de sobrevivência, e gerando a bolha financeira do *subprime* que eclodiu em 2008 (Tonelo; Ramos, 2021). Porém, do ponto de vista da espoliação do trabalho, este limite não representa uma mudança de estratégia perante a precarização do trabalho, mas a elevação ainda superior de sua precarização e destruição. Neste sentido, as espoliações realizadas nos anos 1990 até início dos anos 2000 não foram o bastante para sustentar a acumulação ampliada de capital, sendo este o justo limite das medidas neoliberais que vinham sendo implementadas até então, junto à crise geral de acumulação e à queda da taxa de lucro, pressuposto geral das crises capitalistas. O limite da ascensão neoliberal que se apresenta em 2008 não diz respeito, portanto, à incapacidade de lançar mão de ataques sobre o mundo do trabalho através da precarização, mas, sim, de fazê-lo em suficiente medida para exercer contratendência eficiente a seu processo de decomposição enquanto sistema econômico, mantendo relativa estabilidade da hegemonia imperialista ocidental.

Entretanto, na alternativa encontrada pelo capital perante a crise de 2008, para além dos salvamentos bilionários de bancos e superendividamento dos estados, no que tange ao mundo do trabalho, não houve medidas “keynesianas” ou, dito de outra forma, uma contratendência à precarização que vinha avançando gradativamente ao longo do neoliberalismo, senão o avanço ainda superior na precarização, com reformas nos direitos trabalhistas sendo aplicadas largamente por todo o globo, para não dizer das novas modalidades de trabalho. Sendo assim, o aprofundamento da precarização do trabalho a partir da crise de 2008 é, portanto, não por acaso, chamada por alguns de “ultraneoliberais”, por se apresentarem como uma exacerbação das medidas que já vinham sendo impostas pelo neoliberalismo, como, por exemplo, a terceirização do trabalho e o banco de horas.

A isto, podemos relacionar, também, o movimento de recrudescimento da precarização do trabalho com o aprofundamento de preceitos da acumulação

flexível e da produção enxuta através da Indústria 4.0, a partir das novas formas laborativas. O trabalho uberizado, enquanto uma modalidade de trabalho *on demand* (Antunes, 2023) seria a exacerbação do preceito flexível no quesito força de trabalho, em que os custos dos meios de produção são eliminados na medida em que o trabalhador precisa se encarregar integralmente destes e sua remuneração ocorre estritamente na medida em que se efetiva a necessidade produtiva. O que seria o trabalho uberizado senão a conjunção exacerbada das principais medidas “flexíveis” de precarização neoliberal: a quebra total dos direitos previstos pelos vínculos empregatícios precedidos pela terceirização e forma máxima do banco de horas através do trabalho intermitente? Porém, de outro ponto de vista, as formas superiores da precarização do trabalho neoliberal aludem às relações de trabalho pré-neoliberais (Antunes, 2023). Evidenciando novamente o retrocesso histórico implícito no neoliberalismo, cujo desenvolvimento completo, no que tange ao trabalho, aponta para o passado, ainda que seus produtos técnicos se apresentem como algo do futuro.

A relação entre aumento das taxas de lucro e “expansão das forças produtivas” em contraste com a pobreza extrema é um dos elementos característicos, segundo a interpretação de Plínio de Arruda Sampaio Júnior (2011) da obra de Lenin, do próprio imperialismo enquanto fase histórica do capitalismo.

A fase superior do imperialismo leva as contradições, os antagonismos, a irracionalidade e o caráter predatório do regime capitalista ao extremo. A expansão das forças produtivas contrasta com a permanência de imensos contingentes populacionais condenados à pobreza, marginalizados dos benefícios mais elementares da vida moderna. O aprofundamento exponencial do movimento de concentração e centralização do capital reforça o poderio econômico e político do capital financeiro e leva as taras do capitalismo monopolista ao paroxismo. O vigor de uma internacionalização do capital sem limites, que difunde o capitalismo pelos quatro cantos do mundo, atropelando tudo o que passa pela frente e cristalizando uma intrincada rede de relações mercantis, produtivas, financeiras e culturais, acirra a distância entre os interesses imperialistas que se aglutinam em torno do capital financeiro e as aspirações dos povos que fazem parte da periferia da economia mundial de comandar o seu destino. Por fim, o nível de progresso alcançado pela sociedade capitalista, inimaginável há poucas décadas, veio acompanhado de uma crise de civilização sem precedente, descolando de maneira radical a produção de mercadorias das necessidades sociais, o domínio da natureza das condições mínimas de reprodução do meio ambiente (Sampaio Jr., 2011, p. 101).

Podemos também tomar a afirmação do próprio Lenin (2011),

Ninguém ignora até que ponto o capitalismo monopolista agudizou todas as contradições do capitalismo. Basta indicar a carestia da vida e a opressão dos cartéis. Esta agudização das contradições é a força motriz mais poderosa do período histórico de transição iniciado com a vitória definitiva do capital financeiro mundial (Lenin, 2011, p. 265).

Porém, a dialética de Lenin (2011) não cria uma oposição entre “crescimento do capitalismo” e sua “decomposição”, pelo contrário.

Seria um erro pensar que esta tendência para a decomposição exclui o rápido crescimento do capitalismo. Não. Certos ramos industriais, certos setores da burguesia, certos países, manifestam, na época do imperialismo, com maior ou menor intensidade, quer uma quer outra dessas tendências. O capitalismo, no seu conjunto, desenvolve-se muito mais rapidamente do que antes, mas este crescimento não só é cada vez mais desigual como a desigualdade se manifesta também, de modo particular, na decomposição dos países mais ricos em capital (Inglaterra) (Lenin, 2011, p. 266).

Em suma, para nossa hipótese, o que fundamentalmente distingue o momento atual, no qual se agravam as tendências de precarização do trabalho que vinham sendo implementadas desde o início da ordem neoliberal, porém, já não mais na fase da “restauração burguesa”, e sim de “atualização de sua fase imperialista”, podemos resgatar a definição de Lênin (2011) sobre *O lugar do imperialismo na história*, em que define que “de tudo o que dissemos sobre a essência econômica do imperialismo deduz-se que se deve qualificá-lo de capitalismo de transição ou, mais propriamente, de capitalismo agonizante” (Lênin, 2011, s/p.). Da contradição desta afirmação, o que nos é especialmente pertinente é compreender que a elevação das taxas de lucro do capitalismo, fundamental para sua sobrevivência enquanto modo de produção, ainda que agonizante, ocorre necessariamente destruindo as condições de sobrevivência do proletariado, a classe que produz as riquezas e o valor, vertendo frente a lei histórica de sua redação.

Mas o recrudescimento da destruição dos direitos trabalhistas e a intensificação da exploração do trabalho no pós-crise de 2008, ou seja, a decomposição social, não é um fruto mecânico da extensa “socialização da produção” enquanto um subproduto do imperialismo (Lênin, 2011), ao contrário, é um produto da luta de classes, dos êxitos da burguesia em adiar a decomposição do modo de produção capitalista. Neste sentido, a destruição do mundo do trabalho

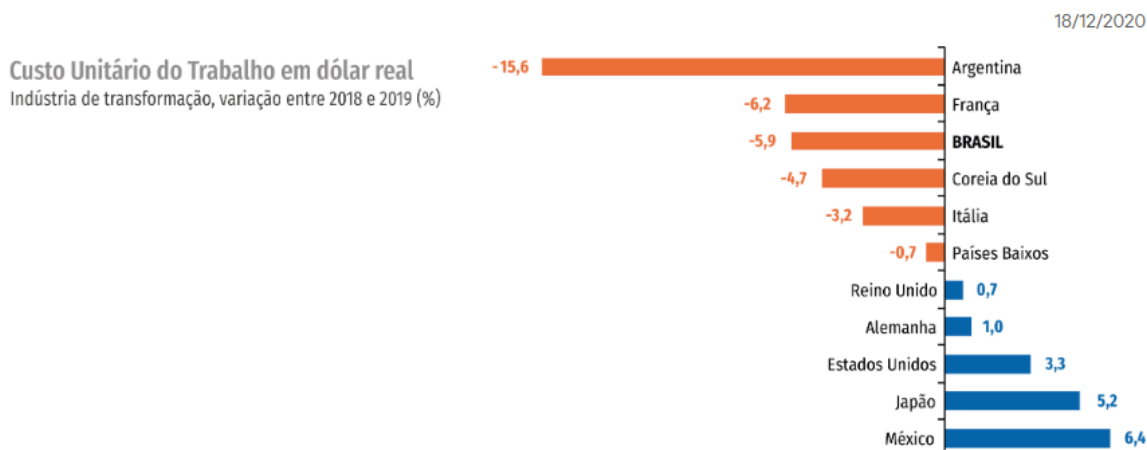
pós-crise de 2008 vem também se desenvolvendo com a derrota e os desvios dos principais fenômenos da luta de classes que a ofensiva capitalista desatou até o momento.

No terreno da luta de classes, já estamos vendo as primeiras consequências da crise mundial. Depois da Grécia, a poderosa classe operária francesa entra no cenário da crise tensionando seus músculos e fazendo um primeiro reconhecimento de forças, que apesar da aprovação parlamentar da reforma previdenciária dá início a uma nova etapa com características pré-revolucionárias na França, enquanto as tentativas de descarregar a crise sobre os trabalhadores abrem perspectivas de novos enfrentamentos em vários países da Europa. Hoje vemos como no Magreb proliferam as mobilizações populares, sendo a Tunísia o epicentro (Albamonte; Maiello, 2011, p. 13).

Podemos agregar as recentes greves na França contra a reforma da previdência, as manifestações de junho de 2013 brasileiro e a greve geral contra a reforma da previdência de Michel Temer, o breque dos *apps* em 2020, a retomada do movimento *Black Lives Matters*, em 2020, nos EUA, dentre outros.

A derrota e o desvio da luta do proletariado nos primeiros anos logo após o eclodir da crise de 2008, como vimos, abriu espaço para uma nova contraofensiva do capital. As reformas e os modelos de exploração e precarização do trabalho que, por sua vez, aprofundam elementos do padrão flexível e a precarização do trabalho, somando também novos elementos da divisão internacional do trabalho, como o racismo e a xenofobia, para barateamento da força de trabalho (Tonelo; Ramos, 2021). Por outro lado, a nova dinâmica de competição interestatal imperialista e as guerras econômicas e protecionistas também reafirmam a necessidade de uma reestruturação produtiva das cadeias de valor por todo o globo.

Gráfico 36 – Gráfico com a diferença do custo unitário da força de trabalho entre os anos 2018 e 2019, em %



Fonte: Portal da Indústria, 2020.

Ainda neste contexto, a pandemia global da Covid-19 foi um fator de aprofundamento da crise econômica global. Porém, para a Indústria 4.0, propiciou, frente a defensiva do proletariado internacional, um laboratório global para a tecnologia informacional (Antunes, 2023). As modalidades de trabalho *home office* e o teletrabalho, aplicados largamente através das flexibilizações das leis trabalhistas, junto à proliferação da economia de plataforma, estabeleceram novos parâmetros de precarização do mundo do trabalho mediado pela alta tecnologia. Se, por um lado, o capitalismo sofreu intensos reveses produtivos, por outro, também encontrou caminho livre para aplicar seu arsenal tecnológico e garantir o aprofundamento da precarização do trabalho. Não à toa, o custo por unitário de trabalho na indústria brasileira foi reduzido em -5,9% durante a pandemia, e após reforma trabalhista, entre 2018 e 2019, conforme podemos analisar no Gráfico 36, disponibilizado no Portal da Indústria.

Vale lembrar, no entanto, que o ramo industrial automotivo, especialmente a produção, foi considerado como setor essencial durante a maior parte do período pandêmico, de forma que a força de trabalho seguiu atuando produtivamente presencialmente nos galpões fabris. Na Jeep Goiana não foi diferente. O setor administrativo, informacional, gerencial, de trabalhadores de escritório em geral, por outro lado, foram deslocados para o *home office*, ou um regime de trabalho híbrido. Neste contexto, a indústria automobilística também usufruiu largamente das tecnologias 4.0 para a condução e o gerenciamento remoto da produção, através do

aparato informacional descrito nos capítulos anteriores. As tecnologias IoT, a computação em nuvem, que compõem o conceito de *Smart Factory*, cumpriram função estratégica para permanência da produção, que seguiu sendo conduzida de forma eficiente, mesmo remotamente.

A condução digital do processo fabril, portanto, se provou durante a pandemia, enquanto os trabalhadores obedeciam a máquinas e os aparelhos informacionais, que, por sua vez, coletavam os dados das atividades produtivas para os bancos de dados do *Big Datas*, fornecendo as informações estratégicas para o ordenamento da produção. A cadeia de comando digital automatizada também provou sua eficiência intermediando as relações de produção entre gerência e força de trabalho, sendo suficientemente coercitiva, para manter em funcionamento a cadeia produtiva.

Entretanto, a geopolítica internacional e a nova divisão internacional do trabalho pós-crise, com a China localizando-se como um dos maiores exportadores de semicondutores do mundo, a Jeep Goiana, assim como boa parte da indústria automobilística mundial, foi gravemente afetada pela crise logística internacional que gerou um gargalo de suprimentos de chips que deveriam ser instalados nos veículos que se amontoavam por toda extensão do terreno do complexo industrial. Segundo Carlos Libera, sócio da consultoria Bain & Company na América do Sul, em entrevista para revista *Exame*, afirma: “Se houvesse uma retrospectiva da pandemia, a falta de semicondutores teria espaço garantido como ponto-chave na transformação da indústria automotiva: provocou paralisação da produção em todo e expôs a fragilidade de toda a cadeia de fornecimento” (Aguiar, 2021, s.p.). A crise dos semicondutores também foi agravada pela guerra na Ucrânia e por conflitos geopolíticos envolvendo Taiwan (Simonato, 2023).

Do ponto de vista do mundo do trabalho geral, a pandemia também multiplicou os postos de trabalho uberizados, alastrando a economia de plataforma, ascendendo em particular empresas de entrega, com a iFood. O rebaixamento salarial durante a pandemia significou uma enorme destruição de capital, para além da quebra de empresas de pequeno e médio porte. Neste sentido, a pandemia também significou uma enorme aceleração na concentração de capital.

Portanto, a morte de pelo menos 20 milhões de pessoas de Covid-19, sendo em si mesma uma importante derrota do proletariado internacional, e a nova ofensiva mundial do capital que visa garantir a recomposição das taxas de lucro

significaram um retrocesso histórico, não mais gradativo, como nos anos 1990 e 2000, mas um importante solavanco que fez retornar vínculos laborais e formas de exploração do trabalho características dos primórdios do capitalismo, tal como descreve Antunes (2023) a respeito da uberização do trabalho e do capitalismo de plataforma:

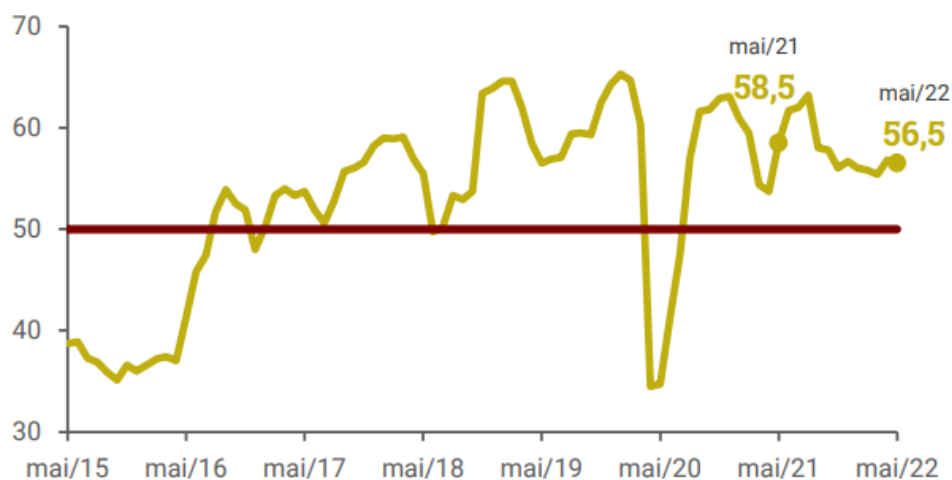
A segunda tese – *capitalismo de plataforma e protoforma do capitalismo* – indica que as grandes empresas, impulsionadas pelo universo da informacional-digital, vêm recuperando e recriando formas pretéritas de trabalho, que tiveram vigência na protoforma do capitalismo, isto é, nos inícios da Revolução Industrial, quando as jornadas de trabalho eram demasiadamente prolongadas e os níveis de exploração bastante intensificados, o que os séculos seguintes, dadas as expressivas lutas operárias, se encarregaram, em grande medida, de eliminar ou minimizar (Antunes, 2023, p. 13).

Tomemos como exemplo a uberização do trabalho que descarta integralmente a validade da CLT, que integra conquistas da classe trabalhadora brasileira para obtenção de direitos e regulação básica de trabalho. Neste sentido, os trabalhadores uberizados não tiveram apenas seus direitos retrocedidos ao patamar anterior aos anos 1970-80, tal como se caracteriza o objetivo restauracionista neoliberal, estes trabalhadores estão sob um regime de trabalho anterior à 1943, data da primeira publicação da CLT.

Porém, diferente do período da “restauração burguesa”, com o neoliberalismo em seu pleno vigor, a proteção dos lucros imperialistas e a busca por ampliação da extração de mais valia ocorrem em detrimento da cooperação pela estabilidade geopolítica e da manutenção da hegemonia imperialista mundial até então vigente. Como produto da “reatualização da fase imperialista do capitalismo”, assistimos à ascensão mundial da extrema direita e do nacionalismo, com o recrudescimento das intuições autoritárias dos regimes democráticos e os conflitos bélicos em pleno desenvolvimento.

Gráfico 37 – Gráfico com a evolução do Índice de Confiança do Empresário na Indústria brasileira (ICEI)

• Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI)



Fonte: CNI

Nota: 1 Indústrias extrativa, de transformação e de construção; 2 O indicador varia de 0 a 100 pontos. Valores acima de 50 pontos indicam que os empresários estão confiantes.

Fonte: CNI (2022).

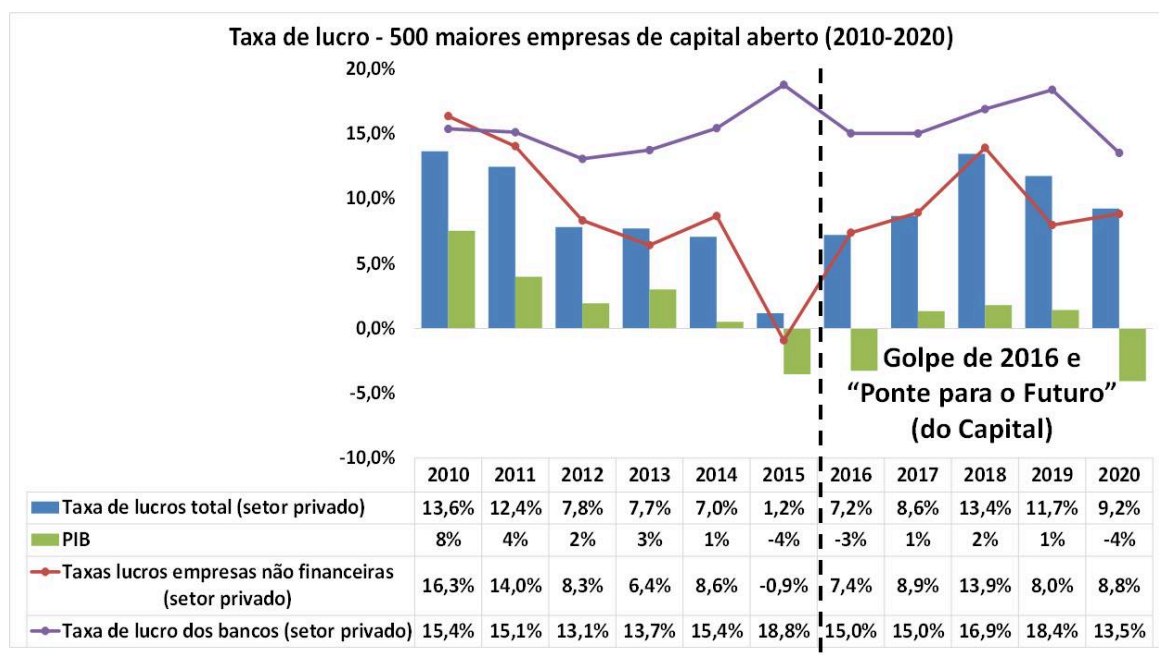
Para fins de exemplos, além da eleição de Donald Trump, nos EUA, que volta ao páreo eleitoral nas eleições de 2024, tivemos Javier Milei eleito na Argentina, em 2023, além de acordos como o Brexit, no Reino Unido, e o golpe institucional no Brasil, em 2016, que colocou Michel Temer na presidência; ademais, presenciamos a intervenção arbitrária do judiciário nas eleições de 2018, abrindo caminho para o bolsonarismo e para a ascensão e a institucionalização da extrema direita. No Brasil, o golpe de 2016 significou, para além de privatizações e dos cortes sistemáticos em serviços públicos, legalizar as formas precárias de trabalhos existentes no país através da reforma trabalhista e da aplicação da reforma da previdência, para além de muitas outras deteriorações da força de trabalho e da reprodução da vida social.

A análise Gráfico 37, que mede a o Índice de Confiança do Empresário Industrial (ICEI) no país, fornecido pelo Portal da Indústria, pode ser especialmente reveladora deste ponto de vista. Até 2016, ano marcado pelo golpe institucional, está explícito o descontentamento empresarial industrial no Brasil, tendência esta que se reverte drasticamente nos anos posteriores. Ainda é possível relacionar

variações após 2016 referentes à implementação da reforma trabalhista em julho de 2017; neste período em que vinha com tendência de queda, a ICEI volta a se elevar.

Posteriormente, em novembro de 2019, se implementa a reforma da previdência, e o mesmo padrão se repete, o ICEI, que vinha em queda até 2018, ganha uma guinada ascendente quando assume o governo Bolsonaro, e depois novamente após 2019. Em 2020, ano marcado pela pandemia global da Covid-19, o ICEI volta a cair drasticamente, seguido de uma nova tendência oscilante em até final de 2021, e estabilização até maio de 2022, mas ainda em patamares mais baixos que os picos de 2018, 2019 e 2021.

Gráfico 38 – Gráfico da taxa de lucro das 500 maiores empresas de capital aberto no Brasil



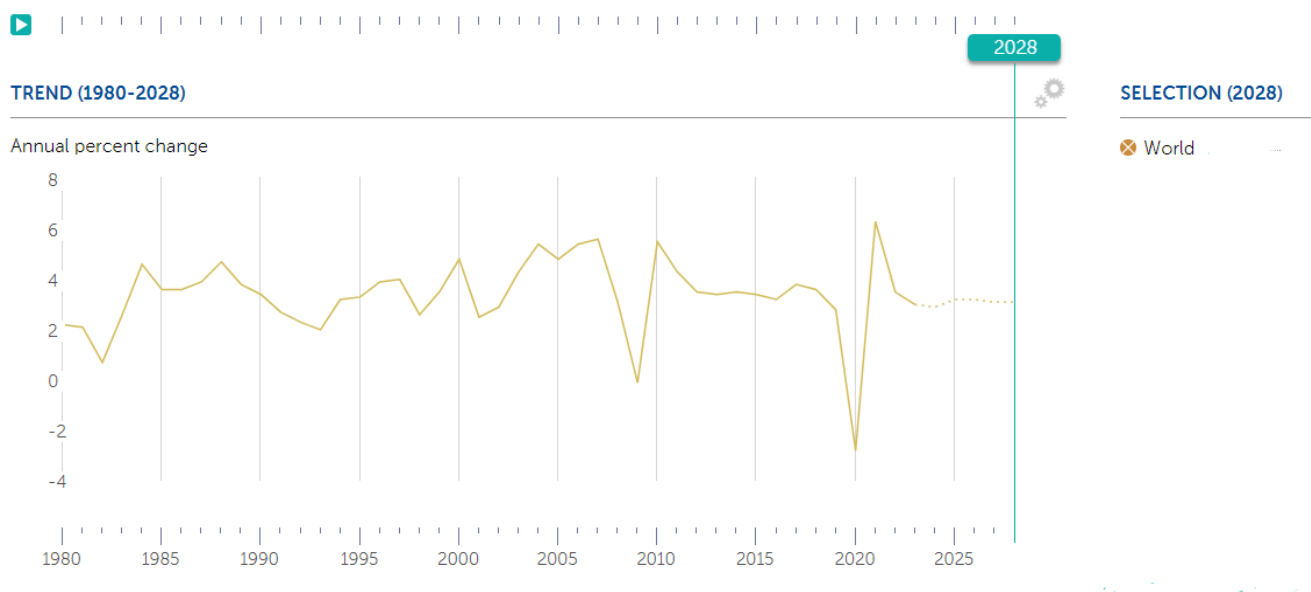
Fonte: Eduardo Costa Pinto (2021).

Já no Gráfico 38, elaborado pelo economista Eduardo da Costa Pinto, podemos observar a queda da taxa de lucro das empresas não financeiras durante 2015, apontada pelo pesquisador como principal fator para a execução do golpe institucional, com importante elevação após 2018, embora o PIB não acompanhe a mesma ascensão, demonstrando, portanto, uma disparidade entre a produção interna e a lucratividade.

Ainda assim, mesmo com a enorme deterioração das condições de trabalho e a destruição do capital durante a pandemia, a avaliação do cenário econômico atual,

após uma breve recomposição pós-pandemia, não aponta tendência ascendente, senão de estagnação. O Gráfico 39, produzido pelo banco de dados do FMI, aponta para uma tendência de estagnação na taxa de crescimento econômico mundial, em 3%, abaixo dos 5,6% anteriores à crise de 2008. Neste mesmo gráfico, é possível perceber que, após a crise de 2008, a taxa de crescimento mundial se manteve recessiva até 2018, um ano antes da pandemia global, em que as perdas, em termos de crescimento global, foram maiores do que a própria crise de 2008.

Gráfico 39 – Gráfico com a taxa de crescimento do PIB mundial



Fonte: IMF, 2024.

Também sobre as expectativas de crescimento econômico global, os dados oferecidos pelo Banco Mundial, no relatório de *Perspectivas Econômicas Globais anual de janeiro de 2024*, apontam “que o crescimento global recue para 2,4%, marcando o terceiro ano consecutivo de desaceleração”, conforme podemos observar na Figura 21.

Figura 21 – Tabela com a taxa de crescimento do PIB real das economias emergentes

	PIB real (%)					Revisão*		
	2021	2022	2023e	2024f	2025f	2023e	2024f	2025f
Mundo	6.2	3.0	2.6	2.4	2.7	0.5	0.0	-0.3
Economias avançadas	5.5	2.5	1.5	1.2	1.6	0.8	0.0	-0.6
Economias emergentes e em desenvolvimento	7.0	3.7	4.0	3.9	4.0	0.0	0.0	0.0
Leste Asiático e Pacífico	7.5	3.4	5.1	4.5	4.4	-0.4	-0.1	-0.1
Europa e Ásia Central	7.1	1.2	2.7	2.4	2.7	1.3	-0.3	0.0
América Latina e Caribe	7.2	3.9	2.2	2.3	2.5	0.7	0.3	-0.1
Oriente Médio e Norte da África	3.8	5.8	1.9	3.5	3.5	-0.3	0.2	0.5
Sul da Ásia	8.3	5.9	5.7	5.6	5.9	-0.2	0.5	-0.5
África Subsaariana	4.4	3.7	2.9	3.8	4.1	-0.3	-0.1	0.1

* Diferenças em pontos percentuais em relação às projeções de junho de 2023.

Fonte: CNI (2023).

Por sua vez, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), em seu relatório de *Panorama da economia mundial referente ao 4º trimestre de 2023*, aponta para o mesmo caminho, e o Gráfico 40 representa a projeção do PIB dos últimos anos e a expectativa para os próximos 5 anos. Embora tenha apresentado um aumento do crescimento do PIB mundial entre a crise de 2008 até 2019, algo que não se confirmou, o relatório do Ipea afirma que:

[...] o declínio nas projeções, infelizmente, não reflete pessimismo em excesso. As projeções feitas entre 1995 e 2008 foram majoritariamente confirmadas pelos dados e, depois de 2008, mostraram alguma tendência a superestimar o que se observou cinco anos depois (WBG, 2024).

Um Comunicado de Imprensa do Banco Mundial, de 9 de janeiro de 2024, também apresenta grande pessimismo para a economia global até 2030, apontando especial preocupação com as tensões geopolíticas.

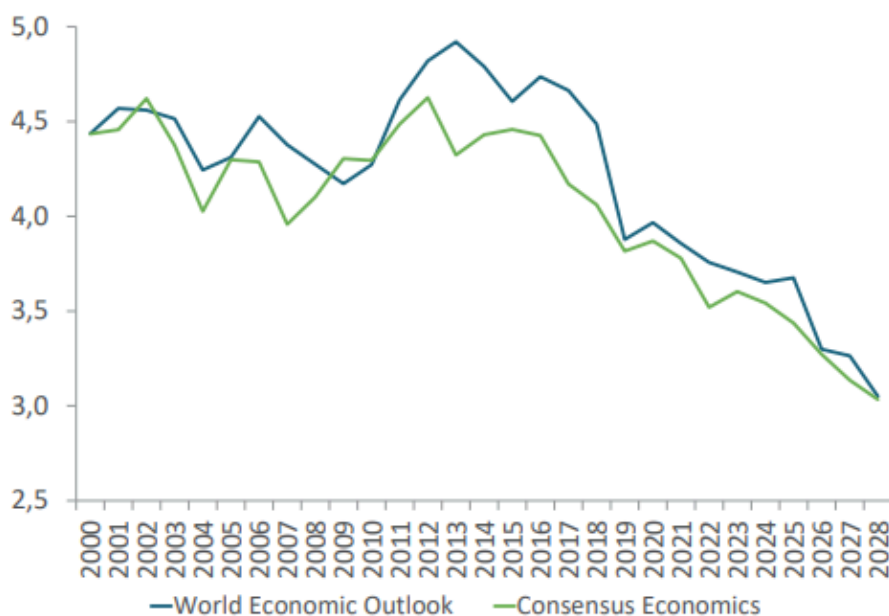
Por um lado, a economia global está numa situação melhor do que há um ano: o risco de uma recessão global diminuiu, em grande parte devido à força da economia dos EUA. Mas as crescentes tensões geopolíticas poderão criar novos perigos a curto prazo para a economia mundial. Entretanto, as perspectivas a médio prazo tornaram-se sombrias para muitas economias em desenvolvimento num contexto de abrandamento do crescimento na maioria das principais economias, de um comércio global lento e das condições financeiras mais restritivas das últimas décadas. Prevê-se que o crescimento do comércio global em 2024 seja apenas metade da média da década anterior à pandemia. Entretanto, os custos dos empréstimos para as economias em desenvolvimento – especialmente aquelas com fracas notações de crédito – deverão permanecer elevados,

com as taxas de juro globais estagnadas nos máximos das últimas quatro décadas, em termos ajustados à inflação.

Prevê-se que o crescimento mundial desacelere pelo terceiro ano consecutivo – de 2,6% no ano passado para 2,4% em 2024, quase três quartos de ponto percentual abaixo da média da década de 2010. As economias em desenvolvimento deverão crescer apenas 3,9%, mais de um ponto percentual abaixo da média da década anterior. Depois de um desempenho decepcionante no ano passado, os países de baixa renda deverão crescer 5,5%, um valor mais fraco do que o anteriormente esperado. Até ao final de 2024, as pessoas em cerca de um em cada quatro países em desenvolvimento e cerca de 40% dos países de baixo rendimento ainda serão mais pobres do que eram na véspera da pandemia da Covid em 2019. Nas economias avançadas, entretanto, o crescimento deverá desacelerar para 1,2% este ano, de 1,5% em 2023 (WBG, 2024, s.p.).

Gráfico 40 – Gráfico com a taxa de crescimento do PIB mundial com projeção até 2028

Projeção de crescimento do PIB mundial cinco anos à frente (Em %)



Fonte: WEO/FMI de outubro de 2023.

Elaboração: Grupo de Conjuntura da Dimac/Ipea.

Obs.: Os anos no eixo horizontal se referem ao ano para o qual uma previsão foi feita no WEO de abril de cinco anos antes, de forma que, por exemplo, a previsão para 2028 é baseada no WEO de abril de 2023. As projeções do *Consensus Economics* são apresentadas de maneira análoga.

Fonte: CNI (2023).

A guerra na Ucrânia também representou um grande impacto econômico para as cadeias produtivas mundiais – como abordaremos posteriormente com mais

detalhes a partir dos seus impactos na indústria brasileira –, e segue afetando a economia global, o seu reordenamento geopolítico e os acordos comerciais, assim como gerando uma crise de abastecimento energético na Europa, sendo um dos elementos por trás dos objetivos da “transição energética” (Engie, 2022). Do ponto de vista geopolítico, acelera-se o reordenamento dos blocos econômicos ocidentais e orientais, com a China ganhando importante protagonismo nos bastidores, sustentando geopoliticamente a Rússia. Uma matéria de 19 de janeiro de 2024, no *site* Exame, anunciou um entrelaçamento entre o PAC e a nova Rota da Seda.

A China pretende unir as obras do novo PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), relançado no ano passado pelo presidente Luiz Inácio Lula da Silva, com os investimentos internacionais da iniciativa *Belt and Road* (Cinturão e Rota), conhecida como a nova Rota da Seda. A proposta foi trazida a Brasília pelo ministro chinês das Relações Exteriores, Wang Yi. Em discurso no Palácio do Itamaraty, Wang Yi sugeriu nesta sexta-feira, dia 19, que os governos do Brasil e da China devem trabalhar em conjunto para aproximar os objetivos "entre a iniciativa Cinturão e Rota e o PAC do Brasil" (China [...], 2024, s.p.).

Recentemente, outro evento militar também impactou a logística e a cadeia produtiva internacional: a ofensiva de Israel sobre a Faixa de Gaza, que vem despertando a solidariedade do povo árabe nos países adjacentes a favor do povo palestino. O enclave militar de Israel, apoiado e sustentado em particular pelos EUA e pelo Reino Unido, tem escalado por toda a região, incluindo bombardeios no Líbano e no Iêmen. O Iêmen, em particular, se localiza em uma posição estratégica para a economia internacional, tendo seu litoral voltado para o Golfo de Aden, que dá acesso ao canal de Suez, responsável por cerca de “10-15% do comércio mundial, incluindo as exportações de petróleo; e por 30% dos volumes globais de transporte de contêineres” (Ziady, 2024, s.p.) das negociações comerciais que ocorrem em todo o mundo. Grupos rebeldes do Iêmen, solidários à causa palestina, vêm bloqueando e atacando navios que passam pelo golfo. Apesar das retaliações militares por parte dos EUA e do Reino Unido, que escalam o conflito regionalmente, já se estima uma redução de 90% do tráfego marítimo no canal, segundo uma matéria de Robert Wright (2024), publicada 10 de janeiro de 2024.

Ainda não é possível traçar uma tendência para a permanência deste enclave militar regional, especialmente afetando o Canal de Suez. Segundo matéria de Hanna Ziady (2024, s.p.), na CNN, “os ataques de rebeldes Houthi no Mar Vermelho fecharam uma das principais rotas comerciais do mundo à maioria dos cargueiros”,

e continua: “um encerramento prolongado da via, que se liga ao Canal de Suez, poderia complicar as cadeias de abastecimento globais e fazer subir os preços dos bens manufaturados num momento crucial na batalha para derrotar a inflação”. Sobre os impactos econômicos imediatos, a matéria ainda afirma que:

A Tesla está interrompendo a maior parte da produção de sua fábrica de carros elétricos na Alemanha, uma vez que os ataques interromperam o fornecimento de peças. Soa pelo mundo um alerta para atrasos nas remessas e encarecimento do custo do transporte marítimo. Os preços do petróleo também estão em alta – o Brent e o petróleo dos EUA subiram cerca de 4% na sexta-feira (12) – devido ao receio de uma guerra mais ampla no Oriente Médio que possa afetar o abastecimento. Os mercados de energia já estavam nervosos depois que o Irã apreendeu um navio petroleiro no Golfo de Omã na quinta-feira. Em relatório divulgado na terça-feira, o Banco Mundial alertou que a interrupção das principais rotas marítimas estava “corroendo a folga nas redes de abastecimento e aumentando a probabilidade de ‘estrangulamentos’ inflacionários”. Seis das 10 maiores empresas de transporte de carga – como Maersk, MSC, Hapag-Lloyd, CMA CGM, ZIM e ONE – estão evitando em grande parte ou completamente o Mar Vermelho devido à ameaça dos Houthi. O perigo para a tripulação, a carga e os navios forçou os transportadores a redirecionar os navios ao redor do Cabo da Boa Esperança, na África do Sul, resultando em atrasos de até três semanas. O CEO da Maersk, Vincent Clerc, disse ao Financial Times na quinta-feira que o restabelecimento da passagem segura através do Mar Vermelho pode levar “meses”. “Isso poderia ter consequências bastante significativas no crescimento [econômico] global”, acrescentou. O comércio global caiu 1,3% entre novembro e dezembro, informou na quinta-feira o Instituto Kiel para a Economia Mundial da Alemanha, citando “as consequências dos ataques a navios de carga no Mar Vermelho”. Os custos de envio já aumentaram, o que poderá, em última análise, refletir nos preços ao consumidor. Se a guerra entre Israel e o Hamas se transformar num conflito regional mais amplo ou se os Houthis decidirem redirecionar os seus ataques para petroleiros e graneleiros, – que transportam matérias-primas cruciais como minério de ferro, cereais e madeira – as consequências para a economia global seriam totalmente mais severas. [...] A ameaça aos preços da energia é o maior risco, segundo a Capital Economics. [...] Se os custos do transporte de contêineres se mantiverem em torno dos níveis atuais, – quase o dobro do registrado no início de dezembro – isso poderá aumentar a inflação mundial em cerca de 0,6 pontos percentuais, escreveu Ben May, diretor de investigação macroeconômica global da empresa, numa nota de 4 de janeiro (Ziady, 2024, s.p.).

Como vimos anteriormente, a decadência neoliberal está profundamente associada à crise de hegemonia dos Estados Unidos que junto à União Europeia formavam a hegemonia ocidental que liderou a ofensiva e a ordem neoliberal. A disputa interestatal pela tecnologia 5G e as guerras comerciais com a China revelam a ascensão econômica chinesa enquanto potência mundial, ganhando espaço na geopolítica e nas cadeias produtivas globais. Aproveitando-se do seu enorme proletariado, do baixíssimo custo da sua força de trabalho, da sua autonomia política

e financeira, que a fez sair mais bem localizada após a crise de 2008 e da pandemia global da Covid-19, a China busca projetar-se como uma nova liderança mundial, ordenando as cadeias de valor e atuando sobre a reestruturação produtiva global pós-crise de 2008.

A Iniciativa do Cinturão e Rota, ou Nova Rota da Seda, é uma estratégia de expansão econômica adotada pelo capitalismo chinês, envolvendo desenvolvimento de infraestrutura e investimentos, com “uma injeção de dinheiro sem precedentes em cerca de 150 países” (Wong, 2023, s.p.) da Europa, Ásia e África. “Cinturão” refere-se às rotas terrestres do Cinturão Econômico da Rota da Seda, enquanto “Rota” refere-se às rotas marítimas. Até 2016, a iniciativa era oficialmente conhecida como a iniciativa Um Cinturão, Uma Rota, mas o nome oficial foi alterado porque “o governo chinês considerou a ênfase na palavra ‘um’ propensa a erros de interpretação” (Wong, 2023, s.p.). O governo chinês descreve a iniciativa como “uma tentativa de melhorar a conectividade regional e abraçar um futuro mais brilhante” (Wong, 2023, s.p.), mas os adversários globais, no entanto, não possuem dúvidas de que se trata de um impulso para o domínio do capitalismo chinês nos assuntos globais com uma rede comercial centrada na China, conforme podemos observar na “Imagem da Nova Rota da Seda chinesa” (Figura 22).

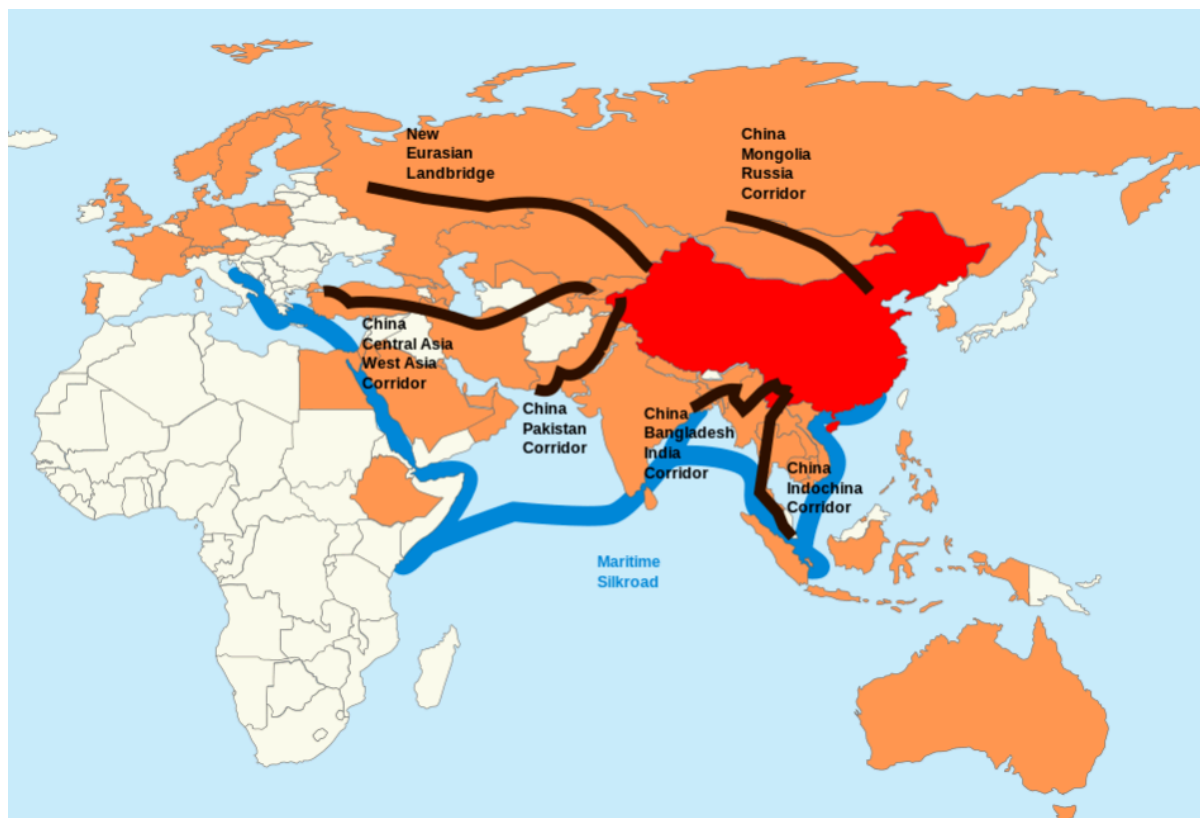
Na medida em que a crise de 2008 quebrou o padrão de acumulação neoliberal em ascensão, acelerando o declínio da hegemonia americana, o capitalismo chinês vem avançando para criar sua própria zona de influência global, de forma que a competição com o imperialismo norte-americano não se dá apenas no marco de dois estados nacionais, mas, sim, em uma competição pela partilha do mundo, tal como descrito por Lenin (2011), em *Imperialismo, Fase Superior do Capitalismo*.

Na verdade, Deng iniciou a política de “Sair”, em 1984, com base na sua visão de que as cinco zonas econômicas especiais (Shenzhen, Zhuhai, Shantou, Xiamen e Hainan) seriam uma janela para políticas externas (Fang, 1994). De 1994 a 2000, o IDE externo da China ascendeu entre 2 mil milhões e 3 mil milhões de dólares por ano. Aumentou notavelmente depois que o Presidente Jiang Zemin elevou a estratégia “Sair” ou “Ir Globalmente” ao nível de estratégia nacional na Terceira Sessão da Nona Assembleia Popular Nacional da China, em março de 2000. Em 2001, o IED da China atingiu 9,69 mil milhões de dólares. No final de 2008, mais de 120 mil empresas chinesas operavam em 174 países e o IDE externo da China ultrapassou os 50 mil milhões de dólares, atingindo 56,74 mil milhões de dólares, representando 3,3 por cento do IDE global.

Nos últimos anos, especialmente com a BRI anunciada pelo Presidente Xi Jinping em 2013, as exportações de capital chinês expandiram-se para ainda mais regiões e países. Combinando a experiência acumulada no

passado com o apoio do governo chinês, mais empresas chinesas e trabalhadores migrantes foram para o estrangeiro. De 2013 a 2017, a China investiu mais de 80 mil milhões de dólares em países envolvidos na BRI e quase 30 mil milhões de dólares em mais de 80 zonas de cooperação comercial (Wang; Miao, 2020). No final de 2021, o IDE externo da China atingiu 128,03 mil milhões de dólares, representando 7,64 por cento do IDE externo global (Lim *et al.*, 2023, s.p.).

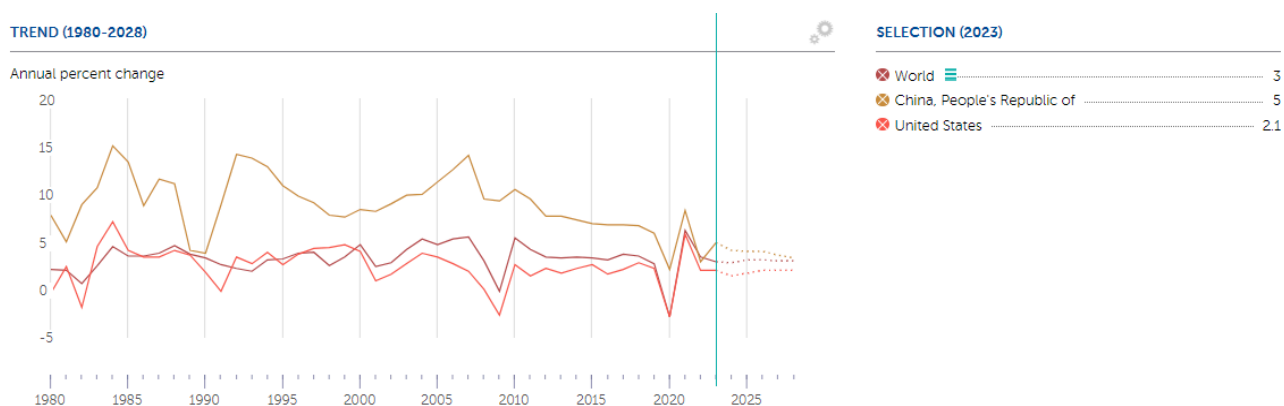
Figura 22 – Imagem da Nova Rota da Seda chinesa



Fonte: Nova [...], s.d.

Desde os anos 1990, a China segue uma ampla taxa de crescimento econômico acima da média mundial e do próprio Estado Unidos, como podemos observar no gráfico do Banco Mundial, disponível no Gráfico 41, com picos de mais de 14% em 1992 e 2007. Durante a crise de 2008, enquanto o mundo afundou com um decréscimo de -0,1%, o capitalismo Chinês permaneceu com crescimento de 9,6% a 9,4%. Porém, desde 2010, sua taxa de crescimento vem aterrissando, encontrando os patamares do restante da economia global e dos EUA, terminando 2023 em 5%, dois pontos a mais que a média mundial. Ainda que isso signifique estar três pontos a mais da taxa de crescimento dos EUA, para os parâmetros Chineses, significa uma taxa de crescimento relativo à crise asiática dos 90.

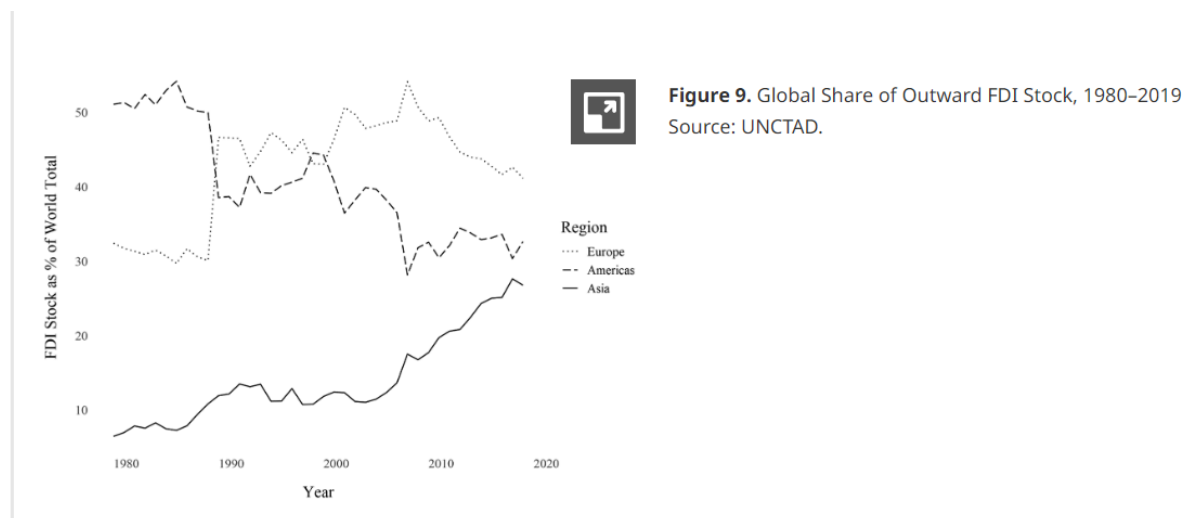
Gráfico 41 – Gráfico com a série histórica comparada do PIB da China e dos EUA



Fonte: IMF, 2024.

Enquanto isto, os EUA precisam lidar diretamente com os conflitos militares que colocam à prova sua hegemonia global. Neste contexto, a Alemanha pós-crise de 2008 busca alternativas de realocização neste novo cenário geopolítico, identificando a China como principal concorrente, no relatório estratégico no qual elabora o empreendimento da Indústria 4.0 enquanto uma alternativa para aumentar a produtividade do trabalho. O Gráfico 42, que mostra os índices de Estoque de Fundo Industrial Estrangeiro Global, exemplifica de forma mais evidente o contexto alemão pós-crise de 2008, e o acirramento competitivo entre essas potências mundiais, assim como “a boa localização da economia alemã” (Kagermann, 2013), e a realocização dos EUA e a preocupação com a ascensão chinesa enquanto um competidor estratégico global. Neste gráfico, podemos observar o declínio norte-americano em Estoques de Fundos Industriais desde final dos anos 1980; porém, com uma segunda queda abrupta após 2008. Por outro lado, a Alemanha tem um salto coincidente com a queda norte-americana ao final dos anos 1980, com ascensão até 2008, quando começa a declinar, embora ainda mantendo a liderança entre as duas potências. A Ásia, por sua vez, vem de uma escalada contínua, com importante guinada por volta de 2008, até quase alcançar os índices norte-americanos.

Gráfico 42 – Gráfico com a série histórica comparada do Estoque de Fundo Industrial da Ásia, Américas e Europa, em %



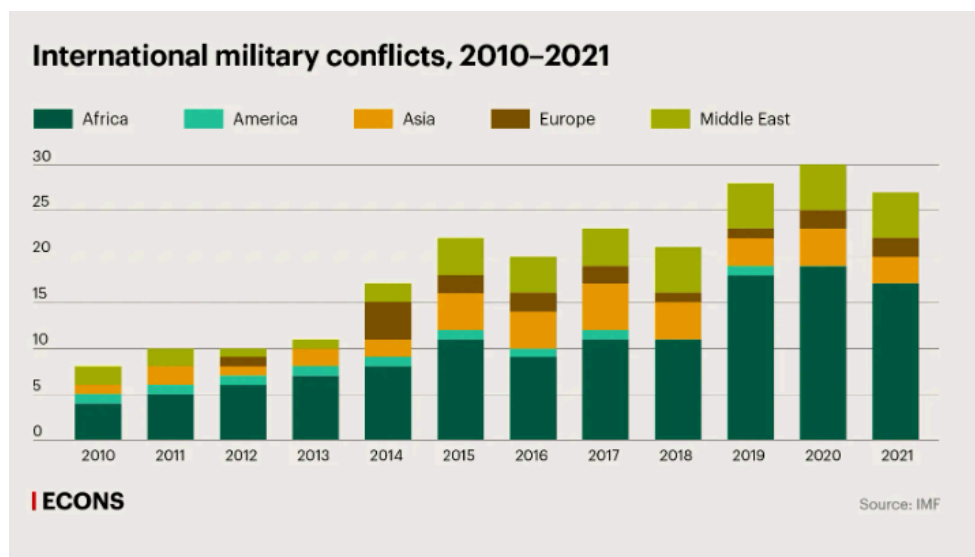
Fonte: Krzywdzinski, 2021.

Mesmo em seu atual estado descendente, a ascensão do capitalismo chinês é seguramente um dos elementos mais dinâmicos da economia e da reconfiguração geopolítica global. Muitas polêmicas a respeito do caráter do estado chinês seguem, como, por exemplo, a possibilidade de denominá-la um imperialismo clássico, tal como EUA e Alemanha (Tharappel, 2021). Sem entrarmos nesta polêmica, ainda assim, a ascensão da China enquanto um competidor das principais potências imperialistas mundiais a faz um elemento decisivo para uma possível reorganização produtiva global, questionando a ordem neoliberal decadente.

Entretanto, a escalada chinesa não suplantará a ordem neoliberal decadente, assim como assumirá um posto de liderança hegemônica por fora de acirramentos de conflitos econômicos e militares com aqueles que orquestraram a econômica global durante os anos áureos do neoliberalismo. Tampouco sua própria economia, neste momento, apresenta ardência suficiente para simplesmente superar as principais potências imperialistas, como Alemanha e EUA, por fora do acirramento pela partilha do mundo, sendo que a presença militar global é um dos componentes que constituem a solidificação de tal hegemonia, tal como está se colocando à prova agora no canal de Suez, com a ofensiva de Israel na Faixa de Gaza, os imperialismos norte-americano e do Reino Unido. Além disso, os conflitos militares também são elementos constitutivos das crises globais, como parte de abrir caminhos para expansão do capital e alargar os ciclos de crescimento econômico

para os “vencedores”, na medida em que conquistam mercados e expandem suas influências na partilha do mundo (Lenin, 2011).

Gráfico 43 – Gráfico com a série histórica comparada do aumento de conflitos militares internacionais por continentes



Fonte: IMF, 2024.

Neste sentido, as declarações do *establishment* norte-americano, como Henry Kissinger, ex-secretário de Estado dos Estados Unidos, a respeito da inevitabilidade da guerra com a China, tornam-se componentes importantes para avaliar tendências para a reestruturação produtiva global. O Gráfico 43, indicando o aumento do número de conflitos militares pelo mundo nos últimos anos também alerta para o acirramento do conflito estatal já em curso.

Não nos cabe aqui fazer previsões sobre a inevitabilidade de uma guerra imperialista com a China, nem sobre uma possível guerra em escala global pela liderança da hegemonia nesta etapa decadente do neoliberalismo, e o papel de liderança que a China pode assumir para a reestruturação produtiva global e a reconstituição de um novo padrão de acumulação com seu protagonismo. O que nos cabe é percebermos que a crise de 2008 e o seu aprofundamento com a Covid-19 e os aspectos de concorrência intercapitalista entre as principais potências industriais e exportadoras de capital do mundo estão abrindo espaço para a ascensão de um novo competidor global. Desta forma, a Indústria 4.0 mostra-se como um plano estratégico da Alemanha, que almejava preparar-se para este cenário.

De outro ponto de vista, a tônica recessiva da economia global impõe a indústria, incluso a automobilística, a preparar-se para um momento de maior competição no mercado internacional, assim como para conjunturas políticas desfavoráveis que, dentre todos os efeitos, atingem diretamente as cadeias logísticas globais. Portanto, a reestruturação produtiva aprofunda os elementos da produção enxuta, visando aumentar sua flexibilidade produtiva, assim como atacando os direitos trabalhistas para aumentar as taxas de lucro com a precarização do trabalho, tornando também mais “flexível” a contratação da força de trabalho para adaptar-se às conjunturas vindouras. Neste sentido, aprofundando componentes da então chamada “acumulação flexível”.

Por outro lado, o acirramento de conflitos geopolíticos econômicos militares forçam um reordenamento da cadeia logística internacional, gerando uma contratendência ao padrão anterior da acumulação flexível, em que os riscos de uma produção ramificada pelo globo elevam a interdependência estatal entre os países, ganhando um aspecto contraditório para a concorrência intercapitalista, uma das explicações que podemos encontrar também para a centralização da produção que observamos na Stellantis, em Goiana, construindo grandes complexos fabris capazes de produzir a maior parte do veículo em um sistema integrado.

Neste cenário geopolítico de recessão global, à tecnologia, por sua vez, cabe elevar a competição intercapitalista na extração de mais-valor e mais-valia relativa, intensificando a produção enxuta e a exploração do trabalho, adaptando a produção para esta nova realidade. A inovação tecnológica em relação à automação digital e à condução do processo produtivo, bem como aos padrões de qualidade, à coerção e à organização científica da produção, para otimizar os insumos etc., permite que a produção ocorra em situações adversas. Além disso, como vimos anteriormente, a simplificação das operações produtivas e a elevação da subsunção do trabalho, por meio de ferramentas inteligentes e de equipamento informacional e IAs, permitem a produção de cadeias produtivas complexas e a exploração da força de trabalho em locais de baixa especialização e alto grau de precarização do trabalho, como ilhas de alta tecnologia, como acontece em Goiana. Somando-se a isso, a proximidade com pontos estratégicos de importação, de escoamento e logístico, como o Porto de Suape, também ganha relevância superior em uma situação geopolítica de crise logística.

Neste sentido, a Indústria 4.0, enquanto *know-how* alemão (Pinto, 2020), busca responder através da inovação tecnológica produtiva aos novos marcos da concorrência intercapitalista mundial e ao reordenamento das potências mundiais, oferecendo alternativas para a reestruturação produtiva em meio à decadência neoliberal. A tônica da concorrência e do acirramento da competição interimperialista, enquanto componente impulsionador da Indústria 4.0, em uma nova fase de atualização da fase imperialista do capitalismo, ainda contempla a prerrogativa de Marx em *O Capital* (2014) a respeito do incremento técnico e da mais-valia relativa em um contexto de já demasiada elevação da precarização, ou seja, “prolongamento da jornada de trabalho” por meio da intensificação da produtividade por meios convencionais, sendo necessária a elevação relativa das forças “produtivas do trabalho” (Marx, 2014):

É preciso, portanto, que ocorra uma revolução nas condições de produção de seu trabalho, isto é, em seu modo de produção e, assim, no próprio processo de trabalho. Por elevação da força produtiva do trabalho entendemos precisamente uma alteração no processo de trabalho por meio da qual o tempo de trabalho socialmente necessário para a produção de uma mercadoria é reduzido, de modo que uma quantidade menor de trabalho é dotada da força para produzir uma quantidade maior de valor de uso. Assim, enquanto na produção de mais-valor, na forma até aqui considerada, o modo de produção foi pressuposto como dado, para a produção de mais-valor por meio da transformação do trabalho necessário em mais-trabalho, é absolutamente insuficiente que o capital se apodere do processo de trabalho tal como ele foi historicamente herdado ou tal como ele já existe, limitando-se a prolongar a sua duração. Para aumentar a produtividade do trabalho, reduzir o valor da força de trabalho por meio da elevação da força produtiva do trabalho e, assim, encurtar parte da jornada de trabalho necessária para a reprodução desse valor, ele tem de revolucionar as condições técnicas e sociais do processo de trabalho, portanto, revolucionar o próprio modo de produção (Marx, 2014, p. 389).

A elevação relativa das forças produtivas é, portanto, uma consequência da concorrência intercambista e da necessidade de prolongamento artificial da jornada de trabalho, ou seja, do encurtamento do trabalho socialmente necessário para produzir as mercadorias. Porém, nas contradições do modo de produção capitalista, a elevação da produtividade e a redução do tempo socialmente necessário para produção da mercadoria, embora signifiquem, em um primeiro momento, uma elevação da mais-valia relativa, a longo prazo, torna-se um acumulador de crise de superprodução e da redução da taxa de mais valia (Marx, 2014).

Ora, como o mais valor relativo aumenta na proporção direta do desenvolvimento da força produtiva do trabalho, ao passo que o valor das mercadorias cai na proporção inversa desse mesmo desenvolvimento, e como, portanto, o mesmo processo barateia as mercadorias e aumenta o mais-valor nelas contido, temos a solução do enigma de por que o capitalista, cuja única preocupação é a produção de valor de troca, esforça-se continuamente para diminuir o valor de troca das mercadorias, uma contradição com que Quesnay, um dos fundadores da economia política, torturava seus oponentes e à qual eles jamais conseguiram dar uma resposta (Marx, 2014, p. 491).

O alastramento da Indústria 4.0 internacionalmente, portanto, também opera pelas “leis coercitivas da concorrência”, que obriga os capitalistas a elevar a produtividade do trabalho.

A mesma lei da determinação do valor pelo tempo de trabalho, que se apresentou ao capitalista, juntamente com o novo método de produção, sob a forma de que ele é obrigado a vender sua mercadoria abaixo de seu valor social, força seus concorrentes, como lei coercitiva da concorrência, a aplicar o novo modo de produção (Marx, 2014, p. 491).

Em tempos de crise imperam as técnicas que impelem a intensificação do trabalho pela otimização do processo produtivo, visando a elevação do produto do trabalho coletivizado, adotando técnicas da produção enxuta e da automatização digital da produção, uma vez que “vimos que as forças produtivas que decorrem da cooperação e da divisão do trabalho não custam nada ao capital” (Marx, 2014, p. 566). Por outro lado, os níveis de exploração através da precarização do trabalho chegam ao seu limite, recorrendo a formas laborativas e contratuais dos primórdios do capitalismo.

Deste ponto de vista, tampouco há, internacionalmente, uma tendência da substituição da força de trabalho por maquinaria automatizada, como vimos, assim como as tecnologias 4.0 por si mesmas também não apontam solução para a recessão global e para a crise do neoliberalismo enquanto padrão de acumulação vindouro, uma vez que o que se horizontaliza é o acirramento da concorrência intercapitalista. Por outro lado, as contradições do próprio capitalismo, como a necessidade imperiosa da apropriação do mais-valor, seguem barrando o desenvolvimento livre das forças produtivas (Marx, 2014), contradição esta remarcada em nossa época pela fase imperialista e pela competição por influência no mercado mundial (Lenin, 2011).

Neste sentido, a Indústria 4.0 também apresenta, como vimos analisando, uma política imperialista de exportação de capital, que tende a agravar os elementos de desenvolvimento desigual e combinado em escala global, a partir do que analisamos acerca do seu efeito na indústria brasileira. De outro ponto de vista, no que se refere à hipótese de Pinto (2020) sobre a tendência de aprofundamento do padrão flexível antes de a Indústria 4.0 poder se configurar enquanto um modelo próprio, como vimos, além das dimensões históricas materiais dos modelos industriais que concentram diferentes etapas da racionalização produtiva capitalista, passando pelo fordismo, toyotismo, fábrica digital, Indústria 4.0, espremidas espacial-temporalmente na contemporaneidade, os rumos da reestruturação produtiva pós-neoliberalismo são limitados fundamentalmente pela dinâmica do capitalismo global, de forma que ainda deverão ser determinados pelos conflitos interimperialistas, pelas tensões geopolíticas e pelo reordenamento das hegemonias imperialistas globais.

A expansão do proletariado, em base de economia de plataforma, possui uma particularidade relevante que pode atuar como uma relativa contratendência à crise. Uma vez que não é necessário para a econômica de plataforma um alto montante de capital fixo, já que não é preciso a construção de prédios, a infraestrutura, a maquinaria etc., e ao passo que se apropria dos bens dos trabalhadores como celulares e veículos, que entram na equação da acumulação enquanto meios de trabalho ao custo do próprio trabalhador, ou seja, sem custos para o capitalista, há um enorme contingente de trabalhadores desempregados que se incorporam às fileiras dos trabalhadores de aplicativos, a economia de plataforma oferece uma diminuição da composição técnica do capital e, portanto, também da composição orgânica nestes nichos. Para colocar em movimento a economia de plataforma, os principais bens de capital necessários são servidores e a propriedade intelectual dos algoritmos de gestão da força de trabalho.

Retornando ao gráfico da Figura 49, podemos observar uma redução da composição orgânica do capital após 2009. A falência de bancos, inclusive de grande porte, como Lehman Brothers, é sem dúvida um fator decisivo a considerar para esta queda abrupta. Porém, a tendência de redução da composição orgânica do capital segue até 2019, quando estoura a crise mundial da Covid-19, ocasionando uma breve elevação durante este período. Um dos elementos atuantes neste período de redução da composição orgânica do capital que podemos

considerar é o alastramento da economia de plataforma, assim como os novos paradigmas da Indústria 4.0.

Se, por um lado, a economia de plataforma modifica drasticamente a composição técnica do capital, diminuindo o quantitativo de capital fixo em relação à força de trabalho, por outro, o rebaixamento salarial também aponta para uma redução da composição do capital, no que tange ao valor em relação à massa salarial. Embora a imagem da economia de plataforma seja mais fácil de visualizar atuando nesta tendência, as aplicações das TICs no processo industrial também podem ser fator relevante, especialmente na verificação de uma transformação na relação entre capital e trabalho.

A tecnologia aplicada à Indústria 4.0 reduz, mas não aponta qualquer indício de substituição por completo da força de trabalho, ao contrário, nosso exemplo da Jeep Goiana ainda apresenta enorme concentração operária. Podemos observar também que, mesmo o investimento de capital feito no maquinário ciberfísico sendo extraordinário, há uma drástica redução salarial. Esta fórmula, portanto, pode balancear o aumento da composição orgânica do capital na esfera produtiva.

Porém, tais contratendências não solucionam outros aspectos estruturantes da crise capitalista, como, por exemplo, os aspectos relacionados à crise de superprodução. Além disso, a industrialização destes setores, que ainda estavam à margem da terceira revolução industrial, agora se incorporam em chave monopolista, levando a maior tendência à concentração de capital. A título de exemplo, podemos elencar empresas como Walmart, Amazon, Uber, Ifood, que em um curto período tornaram-se grandes monopólios internacionais.

Também é importante termos em conta que, para Marx (2014), o coração da produção de valor se constitui na produção de mercadoria. Ainda que as esferas da circulação nas mãos dos novos monopólios logísticos, de transporte e de serviço ofereçam novo terreno para a produção de lucro e extração de mais-valia, e acelerem os ciclos de rotação de realização da mercadoria, estas não transformam automaticamente a esfera da produção de riquezas.

Por fim, podemos caracterizar o atual estágio internacional como um período de decadência do modelo neoliberal e uma reestruturação produtiva global em curso. Se antes o neoliberalismo era caracterizado por um triunfalismo do capital perante a recomposição capitalista nos antigos estados soviéticos e na própria China, pela destruição dos direitos sociais e trabalhistas conquistados pós-Segunda

Guerra Mundial, durante ciclos de crescimento econômico internacional, marcados pela cooperação e ordenamento geopolítico da globalização e pelas relações multilaterais mediadas pelas instituições internacionais dirigidas pelas grandes potências imperialistas mundiais, em particular os EUA e a UE; o período de decadência neoliberal é marcado por conflitos internacionais, concorrência intercapitalista, disputa imperialista por mercado e zonas de influência, crise logística das cadeias de produção formadas durante o crescimento do padrão flexível, crise da hegemonia norte-americana, instabilidade política e econômica internacional, tendência recessiva da economia, reordenamento das cadeias produtivas globais e retrocesso dos direitos trabalhistas e sociais para patamares anteriores à Segunda Guerra Mundial, análogas aos primórdios do modo de produção capitalista, e intensificação dos elementos flexíveis da produção enxuta.

4 A ANATOMIA DE UM MONSTRO CIBERFÍSICO: UMA ANÁLISE MARXISTA DA PRODUÇÃO ENXUTA DA JEEP GOIANA E A INDÚSTRIA 4.0

A partir da contradição entre capital e trabalho, elaborada por Marx (2014), em *O Capital*, podemos analisar o modelo da Jeep Goiana e sua relação com a tendência geral da Indústria 4.0 até o momento; assim, pensando para além das explicações de cunho técnico, apresentadas na pesquisa de Martin Krzywdzinski (2021), e buscando compreender os elementos de caráter social e econômico do modo de produção capitalista, bem como sua dinâmica contemporânea como fator determinante para nossa interpretação.

Marx (2014, cap.10), em *O Capital*, relacionando o aumento da produtividade com o desenvolvimento das forças produtivas, já previa o processo de busca pela maximização da automação como uma tendência industrial constitutiva do modo de produção capitalista. Para Marx (2014, p. 567), a maquinaria fabril “é meio para produção de mais-valor”, de modo que esse processo leva à subordinação do trabalho humano perante a maquinaria capitalista com o objetivo de aumentar a taxa de extração de mais-valor relativo e absoluto, assim como a intensificação da jornada de trabalho; dessa forma, aumentando, também, a produtividade. Para Marx (2014), a produtividade do trabalho no capitalismo está intimamente ligada ao aumento na produção de mais-valor relativo, sendo esse o objetivo primeiro que leva ao desenvolvimento técnico das forças produtivas no capitalismo, assim como se expressa no trecho a seguir:

Para aumentar a produtividade do trabalho, reduzir o valor da força de trabalho por meio da elevação da força produtiva do trabalho e, assim, encurtar parte da jornada de trabalho necessária para reprodução desse valor, ele [o capitalismo] tem de revolucionar as condições técnicas e sociais do processo de trabalho, portanto, revolucionar o próprio modo de produção (Marx, 2014, p. 389).

Sobre automação, Marx define sua natureza:

Se a maquinaria é um meio mais poderoso de incrementar a produtividade do trabalho, isto é, de encurtar o tempo de trabalho necessário da produção de uma mercadoria, ela se converte, como portadora de capital nas indústrias de que imediatamente se apodera, no meio mais poderoso de prolongar a jornada de trabalho para além do limite natural. Ela cria, por um lado, novas condições que permitem ao capital soltar as rédeas dessa sua

tendência constante e, por outro, novos incentivos que aguçam sua voracidade por trabalho alheio. Primeiramente, na maquinaria adquirem autonomia, em face do operário, o movimento e a atividade operativa do meio de trabalho. Este se transforma, por si mesmo, num *perpetuum mobile* industrial, que continuaria a produzir ininterruptamente se não se chocasse com certos limites naturais inerentes a seus auxiliares humanos: debilidade física e vontade própria (Marx, 2014, p. 476).

Entretanto, para Marx, essa subordinação não atribui à tecnologia empregada na maquinaria, ou ainda, no capital constante, a capacidade de produzir mais-valor. Sendo essa uma qualidade exclusiva do capital variável, ou seja, do trabalho humano. Assim ele descreve, desenvolvendo dialeticamente as relações de subordinação entre trabalho humano e máquina, a inevitabilidade do trabalhador no processo produtivo:

[...] o desenvolvimento da produção mecanizada fixa uma parte sempre crescente do capital numa forma em que ele, por um lado, pode ser continuamente valorizado e, por outro, perde valor de uso e valor de troca tão logo seu contato com trabalho vivo seja interrompido (Marx, 2014, p. 587).

E, mais adiante, continua:

Com a generalização da maquinaria no mesmo ramo de produção, o valor social do produto da máquina decresce até atingir seu valor individual e, assim, estabelece a lei de que o mais-valor não provém das forças de trabalho que o capitalista substitui pela máquina, mas, inversamente, das forças de trabalho que ele emprega para operar esta última (Marx, 2014, p. 587).

Por fim, Marx (2014) identifica, como fruto da automação e da indústria, a tendência de nivelamento e homogeneização das funções produtivas na fábrica no rebaixamento do trabalho humano para auxílio e assistência da maquinaria autônoma. Porém, esta mesma tendência é acompanhada pela crescente aparição artificial das funções de vigilância e supervisão dos processos produtivos e dos trabalhadores. Tal movimento decorre da natureza coercitiva do capital ao coordenar a cooperação do trabalho humano na fábrica, para a otimização da produção em torno da maquinaria, uma vez que tal relação acontece de forma estranhada, gerando a repulsa do trabalhador contra sua própria condição de exploração, conforme descrito no *Manuscritos Econômico-Filosófico*, em *Trabalho Estranhado e*

Propriedade Privada (Marx, 1982). Novamente, no *O Capital*, este movimento aparece desenvolvido da seguinte forma:

Todo trabalho imediatamente social ou coletivo em grande escala requer, em maior ou menor medida, uma direção que estabeleça a harmonia entre as atividades individuais e cumpra as funções gerais que resultam do movimento do corpo produtivo total em contraste com o movimento de seus órgãos autônomos. Um violinista isolado dirige a si mesmo, mas uma orquestra requer um regente. Essa função de direção, supervisão e mediação torna-se função do capital assim que o trabalho a ele submetido converte-se em trabalho cooperativo. Como função específica do capital, a direção assume características específicas (Marx, 2014, p. 504).

Primeiramente, o motivo que impulsiona e a finalidade que determina o processo de produção capitalista é a maior autovalorização possível do capital, isto é, a maior produção possível de mais-valor e, portanto, a máxima exploração possível da força de trabalho pelo capitalista. Conforme a massa dos trabalhadores simultaneamente ocupados aumenta, aumenta também sua resistência e, com ela, a pressão do capital para superá-la.

Desta forma, Marx (2014) compreendia o papel da gestão do processo produtivo na indústria capitalista, relacionando a quantidade de força de trabalho movida por um determinado capital e o esforço necessário para sobrepujá-la a exercer suas funções de forma coordenada.

4.1 AS LINHAS DE PRODUÇÃO AUTOMOTIVAS ENQUANTO UM PRODUTO HISTÓRICO DO CAPITALISMO

A respeito da dicotomia entre as previsões apresentadas para a Indústria 4.0 referentes à automação dos processos e à substituição da força de trabalho em oposição à produção enxuta, enquanto tendência global preponderante no setor industrial automobilístico, alguns aspectos abordados na nossa análise anterior apontam as contradições que nos parecem especialmente reveladoras.

Compreendermos os limites da automação total da linha de produção na indústria automotiva e a contínua preponderância da força de trabalho – cenário que se apresenta na linha de produção da Jeep Goiana – enquanto aspectos-chave do desenvolvimento da Indústria 4.0, fundamental para entendermos a atual reestruturação produtiva no contexto industrial e o atual papel das aplicações tecnológicas. Como vínhamos observando, as tendências em curso para a aplicação

tecnológica se inserem, em particular, na esfera digital do complexo industrial, em simbiose com o maquinário, tanto de seus componentes automatizados quanto dos que são operacionalizados pela força de trabalho. Neste sentido, é revelador compreender os elementos determinantes que traçam os caminhos desta tendência e desenham os limites do desenvolvimento das forças produtivas rumo a uma possível independência do processo produtivo da força de trabalho.

Antes de entrarmos nos elementos de determinação social, vale fazer uma consideração do aspecto prático a respeito do que Krzywdzinski (2021) aponta enquanto fatores técnicos para o limite da automação na linha de montagem. Krzywdzinski (2021) critica as abordagens feitas por Frey e Osborne (2017), que criam um correlato imediato entre atividades feitas pelo trabalho humano e a automatização, a partir de uma análise isolada dessas tarefas. Deste ponto de vista, existem duas críticas simultâneas feitas por Krzywdzinski (2021), uma delas é a relação análoga estabelecida entre movimentos realizados por humanos que podem ser reproduzidos por robôs, criando uma relação de igualdade entre ambos no processo produtivo. E a outra crítica associada à descontextualização de um conjunto de tarefas que isoladamente são simples, mas se tornam extremamente complexas quando dispostas em um processo.

Em relação à primeira crítica, do ponto de vista materialista, devemos partir do fato de que a única forma de replicar de modo idêntico o movimento do corpo humano é replicando o próprio corpo humano. Sobre esta afirmação – aparentemente óbvia e redundante –, quando analisada em suas implicações práticas no contexto produtivo de uma linha de montagem automobilística, ajuda a explicar muitos dos limites técnicos práticos para a robotização da linha de montagem. A flexibilidade permitida pelo corpo orgânico humano, capaz de realizar inúmeros movimentos combinados para alcançar áreas de difícil acesso, com precisão e destreza intuitiva, enquanto o veículo se move, levando a inúmeros pontos de contato do corpo com o automóvel, é, em si mesmo, extremamente complexo.

Tomemos, por exemplo, para fins ilustrativos de nosso argumento, apertar um parafuso oculto entre o painel e o assoalho do veículo montado, o trabalhador necessita se debruçar dentro do veículo, passando o braço por debaixo do painel. Ou então, colocar componentes de fixação interna entre ferragens de um motor, em um espaço estreito que cabe apenas uma mão com uma ferramenta. Essas são

operações corriqueiras em uma linha de montagem, consideradas mecânicas, simples, banais, repetitivas, e praticamente robóticas, típicas do fordismo, porém, ainda assim, de extrema dificuldade para ser reproduzida por um robô, especialmente com velocidade e precisão enquanto o veículo está em movimento pela linha de montagem. Replicar com um braço robótico – embora possível – incorreria em inúmeros erros, mesmo se feito de forma mais lenta. Além disso, quanto mais complexos se tornam os produtos, mais complexos tornam-se as operações para produzi-lo.

As operações realizadas pelo corpo humano garantem a execução da tarefa com flexibilidade, ou seja, mesmo com muitas variáveis não controláveis, como a baixa capacidade de visualização. Isto é possível devido à capacidade sensorial tátil e intuitiva. O corpo humano, enquanto exerce suas funções, atua como uma unidade teleológica orgânica dos pés à cabeça. Quanto mais determinada atividade necessita do movimento do conjunto do corpo humano, maior a complexidade de reproduzir de forma eficiente a mesma tarefa por um braço robótico que, por exemplo, visaria simular tais movimentos.

Além disso, o contato do robô com qualquer objeto em seu trajeto é sempre crítico, pois, mesmo que não cause danos, altera o posicionamento do seu trajeto e seus referenciais, além de possivelmente impedir sua movimentação, ocasionando paradas de emergência e falhas na execução da tarefa.

A segunda crítica realizada por Krzywdzinski (2021), referente à complexidade total da conjunção de tarefas simples, também nos parece bastante válida, especialmente se levarmos em conta a necessidade de reordenamento das etapas do processo para automatizá-los. Para além das implicações da disposição física da linha de montagem, a exigência que o produto exerce para uma automação correspondente significa milhares de automações distintas, com calibração, programação e mecânica próprias para cada operação distinta.

Em contrapartida, reordenar as etapas de produção para simplificar as automações exigiria reconstituir toda a linha de montagem, e as milhares de tarefas necessárias para agregar seus componentes. Por exemplo, grande parte da dificuldade de acesso aos pontos onde os componentes são agregados ocorre pois eles são fixados no interior do veículo, já com a carroceria montada, conforme o ordenamento das etapas produtivas, visível na Figura 3, no segundo capítulo. Ou

seja, o veículo é primeiro montado em suas partes externas para depois os componentes internos serem agregados.

Para solucionar as limitações de acesso, seria plausível que o veículo fosse montado primeiro em suas partes internas antes de suas partes externas, isto é, de dentro para fora, de modo que as áreas de difícil acesso fossem, ao final da montagem, executadas primeiro. As consequências desse reordenamento levariam à transformação de toda a linha de produção, assim como dos aparatos técnicos, da maquinaria automatizada, da estrutura da própria linha de montagem, do próprio veículo e, por fim, de toda a cadeia produtiva de suprimentos. Ou seja, a combinação das milhares de etapas aparentemente simples conforma um todo extremamente complexo, como afirma Krzywdzinski (2021).

A reordenação de todo o processo produtivo significaria redesenhar toda a linha de produção do zero, abandonado todo o seu processo histórico de desenvolvimento desde o surgimento da indústria automobilística para satisfazer um produto. Ao final, as formas produtivas e técnicas também possuem uma materialidade histórica e estão também subordinadas à materialidade da própria mercadoria.

Além disso, em um complexo fabril cujo custo está na escala de bilhões, o capital necessário a ser investido é um dispêndio que precisa ser revertido para maximizar a autovalorização. Rever o processo produtivo significaria reconstituir toda cadeia produtiva historicamente constituída. De tal forma que o processo histórico de constituição da cadeia produtiva, peças, maquinaria, passando pelo fordismo e toyotismo, determinam condições históricas da produção do veículo na Indústria 4.0. Por outro lado, portanto, o mercado de bens de produção também determina as condições sob as quais a própria produção é organizada. Neste sentido, as necessidades de conservação do capital e de sua acumulação em escala ampliada imediata e a irracionalidade do mercado capitalista exercem uma força histórica no sentido contrário da racionalização pura do processo produtivo para sua automatização integral.

Ainda assim, pensando na automação enquanto uma repetição de movimentos mecânicos predeterminados, correspondente a uma tarefa produtiva específica, ao final do processo automatizado, ainda teríamos uma linha rígida, ou seja, produzida para ser a automatização de um tipo de mercadoria específica, como um correlato produtivo correspondente determinado por este modelo. Ainda

que a aplicação de Inteligência Artificial colabore para garantir precisão do processo dentro de um certo espectro de variabilidades condicionais, as IAs, como veremos adiante, se formam através de um padrão. Desta forma, o padrão que é incorporado às IAs de produção é correspondente às variabilidades de condições circunscritas para uma mesma operação a ser reproduzida de forma automática, através de padrões de similaridade. Ou seja, as IAs, até então vigentes, operam com uniformização de processos e não com sua variabilidade. Este limite atual de sua natureza está relacionado com o fato de que, até o momento, as IAs que vêm sendo produzidas com melhores resultados e aplicabilidade são as IAs especialistas e não generalistas⁸. Sendo assim, tornar a automatização completa de uma linha de montagem automobilística apta a produzir modelos de veículos distintos multiplica a complexidade de todo o processo. Portanto, o corpo humano da força de trabalho segue oferecendo, parafraseando o conceito da produção enxuta, uma “flexibilidade” insubstituível.

Toda a interpretação até aqui realizada nos ajuda a entender o que é apresentado nas pesquisas desenvolvidas a respeito da Indústria 4.0 no que tange ao investimento tecnológico na área do desenvolvimento de produtos e engenharia de produção, como uma das áreas de maior atenção do que vem se chamando Indústria 4.0. Ou seja, reordenar e solucionar limites de produtividade através do desenvolvimento do produto e do processo produtivo. Tecnologias como realidade virtual, modelos tridimensionais, impressão 3D, digitalização dos processos produtivos para intervenção virtual da engenharia de produção, tal como é realizado na Jeep Goiana, atendem a essa necessidade.

Porém, para nós, nenhum desses aspectos, ainda que verdadeiros, são, em si mesmos, elementos suficientemente determinantes para explicar as tendências históricas acerca dos limites para a automatização das linhas de montagem, tal qual se apresenta na Jeep de Goiana. Afinal, todos os argumentos até aqui podem ser resumidos, basicamente, em quantidade de tempo de trabalho humano historicamente necessário para alcançar este objetivo. Portanto, já elencadas as considerações práticas acerca dos limites técnicos e práticos da automação nas linhas de montagem, avancemos para os aspectos estratégicos e as limitações

⁸ Inteligência artificial geral (AGI) (do inglês: *Artificial general intelligence*) é a capacidade hipotética de um agente inteligente de compreender ou aprender qualquer tarefa intelectual. AGI também pode ser referido como IA forte. Em contraste com a IA forte, a IA fraca ou IA especialista é qualquer programa projetado para resolver um problema específico.

históricas e sociais que vêm impedindo o desenvolvimento da automação generalizada, que, para nós, são os aspectos sociais e econômicos contraditórios do modo de produção capitalista.

Partindo do elementar, diante da concorrência entre maquinaria e força de trabalho, conforme *O Capital* (Marx, 2014), dá-se um aumento do exército industrial de reserva que impõe uma dinâmica tendencial de redução do preço da força de trabalho. Sendo assim, quando se aumenta a automação em larga escala de distintos processos produtivos, levando a maior substituição da força de trabalho por maquinaria, aumenta, também, o exército industrial de reserva, reduzindo o preço da força de trabalho e barateando o emprego da força de trabalho. Desta forma, a automação reconstitui a tendência do uso do trabalho vivo. Conjugando esta tendência ao enorme investimento necessário para a robotização de uma linha de montagem, por exemplo, conforme descrevemos anteriormente, poderíamos concluir que, nesta balança, segue sendo menos vantajosa a automatização total das linhas montagens e das cadeias produtivas fabris. Ou seja, o preço da força de trabalho para realizar operações que, para humanos, são exaustivamente simples e intuitivas, como apertar parafusos e encaixar componentes, é menor do que o custo de empregar uma maquinaria automatizada, para a qual essas atividades se apresentam, no contexto produtivo fabril, como algo extremamente complexo, e, portanto, exigem imenso trabalho qualificado para sua produção, instalação, programação, gerenciamento e manutenção.

Considerada exclusivamente como meio de barateamento do produto, o limite para o uso da maquinaria está dado na condição de que sua própria produção custe menos trabalho do que o trabalho que sua aplicação substitui. Para o capital, no entanto, esse limite se expressa de forma mais estreita. Como ele não paga o trabalho aplicado, mas o valor da força de trabalho aplicada, o uso da máquina lhe é restringido pela diferença entre o valor da máquina e o valor da força de trabalho por ela substituída (Marx, 2014, p. 573).

Ainda assim, esta explicação por si mesma não nos parece suficiente para explicar a tendência global da Indústria 4.0. Na pesquisa elaborada por Krzywdzinski (2021), uma de suas conclusões sobre as vantagens competitivas da *lean manufacturing* nos é especialmente reveladora no que diz respeito à competição intercapitalista, a elevação da produtividade, das taxas de lucro e de produção de mais-valia. Retornemos a citação:

No início da década de 1990, porém, as estratégias foram reorientadas. O arrefecimento da economia revelou a fraqueza do excesso de capacidade das fábricas altamente automatizadas e a incapacidade de reduzir os custos fixos. A produção enxuta surgiu como um novo conceito de gestão focado na reestruturação organizacional em vez da automação (Krzywdzinski, 2021, p. 29).

A conclusão de Krzywdzinski (2021, p. 527, grifo nosso) em relação à “fraqueza do excesso de capacidade das fábricas altamente automatizadas e a incapacidade de *reduzir os custos fixos*” para compreender a tendência preponderante da produção enxuta em relação à automação nos parece fundamental. A flexibilidade produtiva, aparentemente principal preceito presente na produção enxuta, se apresenta relacionada a distintos aspectos da dinâmica industrial. O primeiro aspecto ao qual está relacionada é à capacidade de produção de diferentes mercadorias em uma mesma linha de produção. As vantagens aqui se apresentam de forma explícita, ou seja, na possibilidade de ajustar as mercadorias que são produzidas conforme as tendências do mercado, variando as quantidades de cada produto. Também possibilita a criação de novos produtos sem o dispêndio de produzir novas instalações fabris e grandes transformações nas linhas existentes. Em momentos de crise, de desacelerações econômicas e de acirramento das disputas de mercado intercapitalista, a flexibilidade se apresenta qualitativamente superior às concorrentes rígidas que estão limitadas a produzir os mesmos produtos em suas fábricas (Krzywdzinski, 2021).

A redução de custos, neste caso, é resultado da produção *just in time*, de modo que os produtos produzidos e suas partes, assim como a aquisição de insumos e de matéria-prima estejam de acordo com a demanda, eliminando também estoques, ou seja, mercadorias paradas não realizadas e custos de infraestrutura para mantê-las conservadas. Na medida em que o mercado se satura, nas crises cíclicas de superprodução capitalista, a inovação de produtos e a flexibilidade para atender às demandas de mercado tornam-se vantagens também mais qualitativas. Não à toa, a variabilidade de produtos tem sido foco da estratégia de competição intercapitalista das últimas décadas, oferecendo produtos específicos para mercados específicos, abrangendo uma maior gama na disputa pelo mercado mundial.

Ainda no que tange à “redução de custos fixos”, o preceito da flexibilidade também pode estar associado à otimização da força de trabalho enquanto um dos recursos à disposição do capitalista que podem ser reorganizados na produção. A reorganização da força de trabalho para atender às necessidades produtivas de mercado, oscilando com a dinâmica econômica, está associada à polivalência dos trabalhadores, que podem cumprir tarefas distintas no contexto produtivo. Porém, a força de trabalho enquanto recurso a ser otimizado oferece características estratégicas para a dita flexibilidade, que, para a nossa análise, são qualitativamente superiores aos demais.

É um fundamento elementar e sabido para o marxismo que a produção de valor é fruto exclusivo do trabalho humano. Uma vez que o objetivo da produção capitalista não é a produção de valor, mas, sim, de mais-valor, a força de trabalho oferece a única forma de extração de valor por parte do capital, sendo assim, a automação oferece uma desvantagem estratégica fundamental para os capitalistas, impossibilidade de ampliar extração de mais-valor.

A automação, enquanto maquinário, segundo Marx (2014) em *O Capital*, apenas agrega valor às mercadorias, transferindo parcialmente seu próprio valor de forma inversamente proporcional à quantidade de mercadorias que é capaz de produzir em seu tempo de vida, na forma de trabalho morto. Ao final, a quantidade de valor agregado é equivalente ao valor da própria maquinaria, subtraídos desgastes do tempo e desvalorização de valor social (Marx, 2014). Portanto, o valor realizado na venda das mercadorias relativo ao que foi agregado pelo capital, ou seja, pela maquinaria, é tendencialmente idêntico ou ainda menor que o valor despendido para sua produção e aquisição, de forma que não existe ganho algum enquanto lucro, exceto quando se trata de elevar a extração de mais-valia, através da mais-valia relativa com o incremento na intensificação da produtividade do trabalho a partir da exploração da força de trabalho. Porém, como é sabido neste caso, o aumento do lucro advém do aumento da parcela da jornada de trabalho não remunerada pelo capitalista.

Além disto, a maquinaria sofre incessantemente os efeitos da deterioração com o tempo, sendo necessárias constantes manutenções que, em si, não agregam valor à produção. Enquanto mercadoria e bens de capital, a maquinaria também perde seu valor constantemente na medida em que sua produção se barateia, ou seja, na medida em que reduz seu tempo de produção socialmente necessário com

o desenvolvimento de novas tecnologias e a elevação da produtividade de sua confecção. Desta forma, a tendência de desvalorização do trabalho morto na forma de maquinaria impõe a necessidade imperiosa de se realizar na produção no máximo de mercadorias e no menor tempo possível de sua vida útil para otimizar o valor que contém, transferindo o máximo do seu valor para outras mercadorias.

Agora, devemos observar, inicialmente, que a maquinaria entra sempre por inteiro no processo de trabalho e apenas parcialmente no processo de valorização. Ela jamais adiciona um valor maior do que aquele que perde, em média, devido a seu próprio desgaste, de modo que há uma grande diferença entre o valor da máquina e a parcela de valor que ela transfere periodicamente ao produto. Ou seja, há uma grande diferença entre a máquina como formadora de valor e como elemento formador do produto, e essa diferença é tanto maior quanto mais longo for o período durante o qual a mesma maquinaria serve repetidamente no mesmo processo de trabalho (Marx, 2014, p. 568).

Por fim, o custo de manutenção da maquinaria, assim como da energia necessária para movê-la, é fixo e, em grande medida, localmente inalterável. A quantidade de energia necessária para mover uma automação, assim como seus insumos operacionais, em determinado tempo, não podem ser alterados por nenhum meio direto disponível à vontade e à decisão de um único capitalista. Para mover um robô, por exemplo, é necessária uma determinada quantidade de energia elétrica, e ele se moverá na exata medida em que essa energia é despendida para este. Se o capitalista diminuir a quantidade de energia despendida para o robô, automaticamente se reduz o tempo que permanecerá operando.

A força de trabalho, ao contrário da maquinaria, produz mais-valor para a produção do que é despendido para a reprodução da sua força de trabalho, ou seja, do que retorna para si em forma de salário. Sendo a diferença entre valor produzido pelo trabalhador e o valor que retorna para ele na forma de salário justamente o que Marx conceitua como mais-valia. Por isso, o custo da força de trabalho, ou capital variável, é “flexível” para o capitalista. Se a parte da jornada de trabalho não remunerada é estendida, ou se o salário do trabalhador é reduzido, aumenta a quantidade de valor extraído do trabalhador enquanto mais-valia, ou seja, diminui seu custo para a produção de mercadorias.

Desta forma, o emprego da força de trabalho segue cumprindo papel insubstituível na produção de mais-valia capitalista, e irreplicável pela automação e pelo capital constante, o de produzir mais-valor. Neste sentido, dentre os atributos

flexíveis do conceito de *lean manufacturing*, a capacidade de otimização da força de trabalho empregada é um dos seus componentes estratégicos. A análise de Krzywdzinski (2021) dos setores automatizados e os suportes tecnológicos para o trabalho vivo também corroboram para esta análise, sendo, para ele, um dos momentos-chaves para a aplicação de automação “quando determinados trabalhos causam grande estresse e danos à saúde dos funcionários” ou em “certas etapas de processamento que não podem ser realizadas por humanos” (Krzywdzinski, 2021, p. 511).

No que diz respeito aos processos em que não é possível a execução pela via do trabalho vivo, o aperfeiçoamento processual dessas atividades através da automatização e da aplicação de alta tecnologia é uma tendência para a qual não existe alternativa para a elevação da produtividade. Já quando falamos de ergonomia no ramo industrial, não nos cabe uma análise inocente do modo de produção capitalista, pressupondo a preocupação com a saúde do trabalhador, a não ser quando esta se reverte em subsequentes processos trabalhistas ou em perdas produtivas. Embora ambos os fatores sejam atuantes para automatização deste tipo de atividade, vale explicar especialmente a respeito da relação entre ergonomia e produtividade.

Grande parte das produções literárias da Indústria 4.0 menciona a ergonomia como um fator para o qual essa indústria oferece soluções inovadoras. A ergonomia, ou seja, a disposição física à qual o trabalhador precisa se submeter para executar determinada função, pode levar a malefícios para sua saúde, como contusões, LER (Lesões por Esforços Repetitivos) e DORT (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho). O processo de adoecimento do trabalhador, levando a dores crônicas e à invalidez para o trabalho, é um processo que incorre em perda da produtividade. Porém, antes mesmo de levar ao adoecimento, algo comum e cotidiano na indústria em geral, a movimentação inapropriada do trabalhador é um fator de queda de rendimento, que produz perdas no tempo da produção. Neste sentido, adequar a produção para que o trabalho se torne ágil, adequando-a para os movimentos do corpo humano, ou seja, de forma ergonômica, não está em contraposição aos interesses da produtividade, e não significa – nos termos empresariais – “melhorias” nas condições de execução do trabalho⁹.

⁹ Obviamente o resguardo dos direitos trabalhistas conquistados a duras batalhas ao longo da história pela classe trabalhadora, tendo como um de seus signos no Brasil a CLT (Consolidação das Leis do

Podemos tomar como exemplos práticos os exoesqueletos utilizados na Mercedes-Benz de São Bernardo do Campo, segundo a pesquisa de Geraldo Pinto (2020), ou então a linha de montagem suspensa que rotaciona o veículo acima dos trabalhadores, para facilitar o acesso às suas partes internas, conforme podemos visualizar nas imagens disponibilizadas anteriormente da linha de montagem da Jeep Goiana.

Porém, tornar o trabalho manual ergonômico, do ponto de vista da produtividade, não necessariamente significa torná-lo menos prejudicial à saúde do trabalhador. A repetição em si mesma das atividades laborativas, através da simplificação dos movimentos, por exemplo, é um fator de adoecimento físico, para não mencionar todos os fatores de adoecimento psicológico inerentes ao ambiente produtivista fabril que não abordaremos aqui. Ou até mesmo de todos os malefícios psicológicos e motores que podem ocorrer com o uso de um exoesqueleto, por exemplo, que condiciona e supervisiona os movimentos do trabalhador que o emprega.

De todo modo, para retornar ao ponto da nossa argumentação, o que se encontra implícito a respeito da ergonomia do trabalho no contexto da Indústria 4.0 é fundamentalmente a produtividade do trabalho, otimização do tempo de produção e, assim, a diminuição dos custos, como é próprio da produção enxuta. A aplicação de alta tecnologia em atividades de trabalhos manuais também é um dos componentes da Indústria 4.0, muitas vezes também associado à ergonomia, conforme descrito pela pesquisa de Geraldo Pinto (2020).

Neste sentido, o centro da atividade produtiva da produção enxuta, que se aprofunda com a Indústria 4.0, explicitado por suas partes automatizadas e não automatizadas, segue com o trabalho vivo, tal como observamos nos galpões do modelo de Indústria 4.0 da Jeep Goiana. Esta conclusão estratégica de nossa pesquisa é corroborada por Valéria Cirillo *et al.* (2020).

Na verdade, mais do que uma simples substituição de tarefas por meio de automação, os nossos resultados sugerem que a introdução de artefatos I4.0 produziu um aumento geral na autoridade de intervenção dos trabalhadores no processo de trabalho em termos de tomada de decisão discricionária e, portanto, aumentando a variabilidade e intensidade da execução da tarefa. Contudo, registramos uma falta de aumento semelhante em termos de autonomia dos trabalhadores, especialmente no

Trabalho), também dificulta o descarte do trabalhador a bel prazer da patronal na medida em que este se torne menos eficiente devido a consequências das condições de trabalho.

que diz respeito à possibilidade de estabelecer regras próprias com rotinas organizacionais e processuais (Cirillo *et al.*, 2020, p. 3).

Neste sentido, o trabalho vivo na Indústria 4.0 não somente segue no centro do processo produtivo, como também ganha ainda mais relevância do ponto de vista de garantir flexibilidade produtiva, prática operacional e extração de mais-valia no modelo de otimização de recursos da *lean manufacturing*. Podemos avaliar, ainda, que a relevância estratégica dos trabalhadores no processo produtivo é proporcional à quantidade de trabalho morto que operam e inversamente proporcional ao volume de valor que transferem para a mercadoria como parte de seu trabalho. Assim como a própria produtividade de seu trabalho, ou seja, da quantidade de valor que são capazes de produzir na medida em que são subsumidos pelo capital, ou seja, a maquinaria, física e digital.

Como qualquer outro componente do capital constante, a maquinaria não cria valor nenhum, mas transfere seu próprio valor ao produto, para cuja produção ela serve. Na medida em que tem valor e, por isso, transfere valor ao produto, ela se constitui num componente deste último. Ao invés de barateá-lo, ela o encarece na proporção de seu próprio valor (Marx, 2014, p. 567).

Sobre a relevância do valor transferido pelo capital na Jeep Goiana em seu processo produtivo, se partirmos do montante de capital investido na instalação da fábrica, de cerca R\$ 7,5 bilhões, e o lucro operacional global da Stellantis apenas neste último ano, de 10,9 bilhões de euros, podemos ter uma dimensão da ínfima participação do capital no valor transferido às mercadorias e da enorme produção de valor gerada pelos trabalhadores em quantidade horas de trabalho despendidos na produção. Assim como a enorme quantidade de mais-valia e mais-valia relativa extraída no processo.

Dada a proporção em que a maquinaria transfere valor ao produto, a grandeza dessa parcela de valor depende de sua própria grandeza de valor. Quanto menos trabalho ela contém em si, tanto menor é o valor que agrega ao produto. Quanto menos valor transfere, tanto mais produtiva ela é e tanto mais seu serviço se aproxima daquele prestado pelas forças naturais (Marx, 2014, p. 570).

O capitalista que emprega o modo de produção aperfeiçoado é, portanto, capaz de apropriar-se de uma parte maior da jornada de trabalho para o mais trabalho do que os demais capitalistas no mesmo ramo de produção. Ele realiza individualmente o que o capital realiza em larga escala, na produção do mais-valor relativo (Marx, 2014, p. 489).

Até então, o principal elemento que aponta para um salto qualitativo no modelo de *Smart Factory*, próprio da Indústria 4.0, na Jeep Goiana, é a automatização da coordenação do trabalho através da digitalização e da automação informacional. Estes componentes, como veremos adiante, permitem elevar a produção enxuta, otimizando a exploração da força de trabalho. Enquanto a maquinaria, por si mesma, embora não apresente um avanço disruptivo em sua automatização, é complementada com a utilização de alta tecnologia em seus processos.

A produtividade do trabalho é um reflexo não apenas da destreza e intensificação do trabalho vivo, ainda que seja um elemento fundamental, mas também da organização e racionalização do processo produtivo para este fim, assim como do desenvolvimento da condução do próprio trabalho e do processo produtivo como um todo. Do ponto de vista da elevação da mais-valia e mais-valia relativa, o incremento do aparato físico instrumental da maquinaria é indissociável da disposição organizacional e da racionalização do trabalho e da produção. De tal forma que esta unidade se apresenta em uma totalidade fabril que subsume o trabalho vivo elevando a produtividade. Entretanto, o aumento das “forças produtivas que decorrem da cooperação e da divisão do trabalho não custam nada ao capital” (Marx, 2014, p. 566). Assim, podemos interpretar que a parte correspondente ao aumento da eficiência da integração e da coordenação da atividade laborativa da produção enxuta constituem parte do seu ganho em mais-valia relativa, sem que haja aumento dos “custos fixos” para o capitalista.

Neste sentido, a produção enxuta busca maximizar este todo de forma científica, explorando, em particular, os elementos “flexíveis” da força de trabalho que apresentamos aqui. A elevação bem-sucedida da extração da mais-valia e da mais-valia relativa, neste sentido, pode ser compreendida pelos altos índices de lucratividade da Stellantis em suas unidades brasileiras, incluindo a Jeep Goiana. Por outro lado, a elevação da mais-valia relativa é um dos componentes da contradição da realização do valor, uma vez que a quantidade de valor agregado pela força de trabalho diminui para cada mercadoria conforme se eleva a produtividade, tornando ainda mais imperiosa a necessidade de realização da mercadoria para incorporar a aquisição do valor contido nela. Esta tendência também impulsiona a busca pela competitividade intercapitalista no mercado,

inclusive no ramo automobilístico, tal como descrevemos acima, e de forma ainda mais agravada após a crise de 2008.

Tomando em conta a contradição entre produtividade e valor agregado pelo trabalho vivo, podemos também relacionar o problema da flexibilidade da produção enxuta enquanto uma resposta à lei da composição orgânica do capital, tal qual descrita por Marx (2014). O excesso de capital operacionalizado por uma força de trabalho reduzida constitui uma contradição fundamental para a extração de valor e para o processo de acumulação capitalista. Desta forma, a prevalência do conceito da *lean manufacturing* japonês, em detrimento da automação generalizada, ao buscar a flexibilidade do trabalho vivo, pode ter encontrado um equilíbrio superior em sua composição técnica de capital, mantendo sua competitividade e, ao mesmo tempo, exercendo uma contratendência ao aumento da composição orgânica do capital.

A composição do capital deve ser considerada em dois sentidos. Sob o aspecto do valor, ela se determina pela proporção em que o capital se reparte em capital constante ou valor dos meios de produção e capital variável ou valor da força de trabalho, a soma total dos salários. Sob o aspecto da matéria, isto é, do modo como esta funciona no processo de produção, todo capital se divide em meios de produção e força viva de trabalho; essa composição é determinada pela proporção entre a massa dos meios de produção empregados e a quantidade de trabalho exigida para seu emprego. Chamo a primeira de composição de valor e a segunda de composição técnica do capital (Marx, 2014, p. 835).

Sendo assim, concluímos que a automação total de um processo produtivo joga contra a necessidade produtiva de mais-valor do capital, devido às contradições históricas do capitalismo, reatualizando as afirmações de Lenin (2011) em *Imperialismo: forma superior do capitalismo*, onde demonstra que o capitalismo, em sua contradição entre capital e trabalho, inerente a este modo de produção, impede o livre desenvolvimento das forças produtivas, em grande medida devido, também, ao imperativo da competição intercapitalista e seus monopólios – neste caso, automobilísticos.

A necessidade imperiosa de acumulação ampliada de capital e de produção de mais-valia através da exploração do trabalho, portanto, impede o desenvolvimento pleno das forças produtivas e a própria substituição integral da força de trabalho, libertando a humanidade das atividades manuais produtivas neste modo de produção. A tecnologia e a automação que poderiam reduzir drasticamente

as jornadas de trabalho no meio fabril e produtivo, ao contrário, mantém artificialmente as longas jornadas de trabalho para, assim, prolongar o tempo de trabalho não remunerado. Desta forma, as relações de produção capitalista exercem forçadamente um papel histórico reacionário, contendo o desenvolvimento livre das forças produtivas, descrito por Marx (2011) em seus manuscritos compilados no livro *Grundrisse*.

[...] à medida que a grande indústria se desenvolve, a criação de riqueza efetiva passa a depender menos do tempo de trabalho e do *quantum* de trabalho empregado que do poder dos agentes postos em movimento durante o tempo de trabalho, poder que – sua poderosa efetividade –, por sua vez, não tem nenhuma relação com o tempo de trabalho imediato que custa sua produção, mas que depende, ao contrário, do nível geral da ciência e do progresso da tecnologia, ou da aplicação dessa ciência à produção (Marx, 2011, p. 27).

Esta contradição inerente ao capitalismo, por sua vez, intensifica as leis do desenvolvimento desigual e combinado, reincorporando às relações sociais e produtivas arcaicas do capitalismo como uma forma inerente de suas formas tecnológicas mais avançadas de produção. Como vimos, esta lei histórica se aplica na Jeep Goiana no interior de seus galpões, onde formas distintas de organização industrial coexistem e interagem entre si para elevar a produtividade do trabalho e a produção de mais-valia.

4.2 A SINERGIA DAS TECNOLOGIAS E PRECEITOS DA INDÚSTRIA 4.0

Como apontado no Capítulo 2, o Portal da Indústria enumera cerca de 16 componentes tecnológicos que compõem a Indústria 4.0, sendo que a Jeep Goiana está dentre o 1% das empresas instaladas em território brasileiro que apresenta a totalidade dos itens apontados. Entretanto, como analisamos a partir do estudo realizado por Krzywdzinski (2021), muitos componentes que constituem a Indústria 4.0 já estão em desenvolvimento no processo fabril e automobilístico desde pelo menos os anos 1980. A literatura citada no Capítulo 3 indica algumas tecnologias enquanto divisores de água para o modelo de Indústria 4.0, especialmente os artefatos informacionais e digitais, que permitem a construção do espaço ciberfísico no processo produtivo.

Portanto, ao longo de nossa pesquisa, consideramos que a Indústria 4.0 é distinguida dos demais modelos produtivos anteriores devido às possibilidades técnicas advindas das tecnologias informacionais desenvolvidas e promovidas pela capacidade produtiva global neste ramo, assim como seu barateamento. Podemos elencar as principais tecnologias 4.0 como aquelas com maior amplitude de abrangência para os ramos produtivos, assim como aquelas que têm maior impacto para alcançar os preceitos característicos da Indústria 4.0, sendo elas então o *Big Data*, a *Internet of Things* (IoT) a *Internet* em Nuvem e a Inteligência Artificial (IA) (Inoue *et al.*, 2019).

Outras tecnologias também são mencionadas como parte da Indústria 4.0, mas as consideramos de menor relevância para nossa caracterização. A impressão 3D, por exemplo, tem um caráter ainda situacional, especialmente útil no desenvolvimento de produtos, assim como a realidade aumentada, especialmente relevante no desenvolvimento de produtos e de processos, porém ainda não aplicável largamente no processo produtivo automobilístico. A robótica, também geralmente mencionada, é uma tecnologia já amplamente utilizada em distintos ramos, precedendo a Indústria 4.0, como averiguamos na pesquisa de Krzywdzinski (2021). Já o RFID¹⁰ pode ser considerado um desdobramento da IoT (Inoue *et al.*, 2019).

Elencamos as tecnologias citadas como principais pois permitem, de forma determinante, a materialização dos cinco preceitos flexíveis da Indústria 4.0, assim como a formação do espaço ciberfísico. São eles: a *virtualização*, a *descentralização*, a *capacidade em tempo real*, a *orientação a serviços* e a *modularidade*¹¹ (Inoue *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2016; Saltiel *et al.*, 2017).

A *virtualização* é o princípio do sistema ciberfísico, fundante da Indústria 4.0. Este preceito propõe uma cópia virtual das fábricas inteligentes e dos processos não digitais, criada por sensores que permitem monitorar, visualizar, interagir e coletar dados de forma remota e digital. A virtualização oferece o monitoramento em tempo real dos processos por parte da patronal e dos postos de gestão, permitindo,

¹⁰ RFID, sigla para “Radio Frequency Identification”, significa “identificação por radiofrequência”. Objetos que usam essa tecnologia têm etiquetas equipadas com chips capazes de identificá-los, rastreá-los e registrar dados.

¹¹ As nomenclaturas dos preceitos variam conforme as fontes, porém, o significado dos conceitos é comum entre elas, praticamente não tendo nenhuma diferença relevante.

também, a execução dos demais preceitos (Inoue *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2016; Saltiel *et al.*, 2017).

A *Capacidade em tempo real* consiste na captura e tratamento de dados de forma imediata para que possam ser processados, alimentando o conjunto informacional como um todo. Este preceito também é predeterminante dos demais. Uma vez que os dados são coletados e processados em tempo real, o sistema como um todo está continuamente autorrepresentado virtualmente e produzindo informações que podem ser transmitidas, seja para a gestão patronal, seja para outros processos produtivos dependentes, alterando seus prognósticos e seus parâmetros (Inoue *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2016; Saltiel *et al.*, 2017).

A *descentralização* é a capacidade de tomar decisões pelo sistema ciberfísico de acordo com as necessidades da produção em tempo real. Uma vez que a maquinaria e os artefatos produtivos oferecem informações de seus ciclos de trabalho, assim como se conectam com o conjunto digital do processo global, é possível oferecer soluções e decisões locais que estejam adequadas com o todo. Ou seja, uma vez que os modelos algorítmicos já estão integrados à lógica produtiva almejada, o próprio sistema fornece as informações para dispensar a força de trabalho, por exemplo, ou acelerar o ritmo de produção etc., sem necessariamente ter de passar diretamente pelos principais cargos de gestão da patronal (Inoue *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2016; Saltiel *et al.*, 2017).

A *Orientação a serviços* é a utilização de *softwares* orientados para acessibilidade disponível em nuvem, permitindo a interação com o sistema e seus distintos segmentos de forma simplificada. Ou seja, facilita o manejo da virtualização e dos componentes integrados ao espaço ciberfísico através de interfaces digitais. Dito de outra forma, trata-se da criação de uma interface intuitiva e simplificada para interação a partir da virtualização dos processos (Inoue *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2016; Saltiel *et al.*, 2017).

A *Modularidade*, por fim, é o conceito análogo à flexibilidade, sendo a capacidade de produção e de disponibilização de recursos, desde a matéria-prima até a força de trabalho, a ser utilizado nos processos produtivos, como nas linhas de produção. Ou seja, ajustar de forma informacional as necessidades precisas para o processo produtivo a partir dos dados coletados e informações disponibilizadas pelo sistema. Este é o princípio também que radicaliza o *lean manufacturing* e o *Just in time* e *Just-in-sequence*. Trata-se da busca da otimização máxima para o ganho de

produtividade na otimização de recursos e no aproveitamento da força de trabalho que, como analisamos até aqui, aprofundam as estratégias da produção enxuta da *lean manufacturing* (Inoue *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2016; Saltiel *et al.*, 2017).

Estes preceitos partem das possibilidades adquiridas das principais tecnologias 4.0 mencionadas da seguinte forma:

O *Big Data* representa o salto qualitativo na capacidade de armazenamento e processamento de dados, sendo o princípio da *Smart Factory*. Sem o *Big Data*, seria impossível captar e processar, em tempo real, todos os dados produzidos por uma fábrica, ou então pelos aplicativos e plataformas digitais. A virtualização, assim como encadeamento dos sistemas, que informam seus parâmetros, processam com os dados gerados pelo conjunto total, para retornar uma informação útil para os demais sistemas e processos, tal procedimento só é possível graças ao *Big Data*. Nesta tecnologia, se concentra, também, o enorme avanço da capacidade produtiva global de meios informacionais, uma vez que se trata de armazenamento e processamento bruto de dados. Todas as demais tecnologias 4.0 também dependem do *Big Data*, uma vez que utilizam os dados armazenados e precisam armazenar e processar seus próprios dados para serem funcionais ao sistema como um todo (Inoue *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2016; Saltiel *et al.*, 2017).

A *Internet em nuvem*, embora não seja uma tecnologia disruptiva, nem a mais extraordinária nos sistemas ciberfísicos, tem se tornado cada vez mais relevante para a viabilidade das demais tecnologias, alcançado sua disrupção no desenvolvimento da tecnologia 5G. Conectar equipamentos a uma rede de *internet* é possível via cabos, e, no que tange a processos industriais, segue ainda sendo o meio mais seguro e viável. No entanto, a possibilidade de transmitir dados via sinais digitais, sem ser necessária a conexão física, é a vantagem que possibilitou o surgimento das economias de plataformas e das empresas de aplicativos, por exemplo. Dentro de um ambiente fabril, a utilização de robôs móveis que transportam equipamentos, movendo-se de forma precisa, depende quase que exclusivamente da *internet* em nuvem, assim como a facilidade de acessar os equipamentos e as interfaces digitais remotamente. Um dos grandes desafios para a aplicação das tecnologias 4.0 se encontra neste terreno, devido aos limites de precisão e velocidade de transmissão de dados ainda apresentados pela *internet* 4G. O 5G, neste sentido, apresentou-se como uma superação necessária para a

continuidade da Indústria 4.0 (Inoue *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2016; Saltiel *et al.*, 2017).

A *Internet das coisas* (IoT), ou seja, a capacidade de cada equipamento e artefato produtivo e informacional comunicar-se entre si tampouco é em si uma disrupção, porém, torna-se parte fundamental na Indústria 4.0 quando em sinergia com as demais tecnologias. A IoT é, na prática, o que permite a conexão de todo o sistema ciberfísico, não somente ao *Big Data*, mas entre todas as partes do todo. Os dados e informações navegam pela rede acessando computadores, ferramentas, robôs, painéis etc., através da capacidade de se comunicarem digitalmente e se conectarem à *internet*. A IoT coleta os dados para processamento e envia as informações produzidas, comunicado às partes do processo global, assim como permite a interação digital com os artefatos físicos (Inoue *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2016; Saltiel *et al.*, 2017).

Desta forma, as tecnologias 4.0 precisam estar conectadas para promoverem as vantagens produtivas que são descritas pelos preceitos da Indústria 4.0, coletando informações, processando e integrando os dados processados em forma de informações que auxiliam a condução do processo produtivo. Como vimos, cada um dos preceitos da Indústria 4.0 necessita da comunhão destas tecnologias sendo operacionalizadas. As tecnologias 4.0, portanto, integram a cadeia produtiva e os processos produtivos, conectando os processos, coordenando a produção de forma autônoma, através de uma cadeia digital informacional, integrada à produção, despachando ordens de serviço, fazendo prognósticos de insumos de produção etc. Há, portanto, a automatização da condução do processo produtivo também com menor nível de interferência e mediação humana, através de gestores, por exemplo, uma vez que as ordens de produção são transmitidas digitalmente pela rede informacional, dando ordens para máquinas autônomas e para a força de trabalho.

Os preceitos da Indústria 4.0, a *virtualização*, a *descentralização*, a *capacidade em tempo real*, a *orientação a serviços* e a *modularidade* estão, conforme descritas, relacionadas à condução e ao processo produtivo, otimizando-o e coordenando-o. As vantagens oferecidas pelas tecnologias 4.0 para a execução desses preceitos se relaciona com a agilidade em tempo real, com a coordenação autônoma da logística e de processos descentralizados, com a precisão da medição dos índices produtivos e com o controle da força de trabalho e dos insumos de produção. Sendo assim, tais preceitos estão em diálogo com os objetivos da *lean*

manufacturing e da produção enxuta, que buscam elevar a produtividade otimizando a produção e o controle do processo produtivo, ao mesmo tempo, garantindo flexibilidade e redução de custos. Assim, reencontramos a confluência do aprofundamento da produção enxuta com as tecnologias e os preceitos da Indústria 4.0, conforme aponta Geraldo Pinto e Alexandre Arias (2023).

Para além da agilidade e precisão com que opera a maquinaria autônoma, os ganhos substanciais aqui se apresentam na coordenação do trabalho coletivo, tal como aponta Marx (2014), em *O Capital*, no Capítulo 11, que versa sobre a cooperação, elevando a eficiência do trabalho e diminuindo o tempo de trabalho necessário para a produção da mercadoria, no caso, o automóvel, e, portanto, aumentando a mais-valia relativa e a mais-valia extraída do trabalhador.

Neste contexto, denominamos como era digital o momento histórico no qual progressivamente todo e qualquer processo estabelecido entre, de um lado, o conteúdo das relações sociais produzido no e pelo trabalho, e, de outro, as formas deste conteúdo ser vivenciado pelos indivíduos na experiência da vida em sociedade, pode ser digitalmente automatizado, desde o chão de fábrica até o escritório ou a sala de estar. Por sua vez, em termos técnicos, a digitalização é o processo por meio do qual um dado ou sinal analógico é transformado em código digital (Araújo, 2021, p. 25).

Desta forma, podemos compreender que as tecnologias 4.0 oferecem ganhos produtivos na medida em que são empregadas conjuntamente, interagindo com a maquinaria e com a força de trabalho através do espaço ciberfísico. Chamamos a conjunção dessas tecnologias de *sinergia*, de tal forma que a combinação de seus componentes forma um todo superior ao qual podemos caracterizar como Indústria 4.0. Dito de outra forma, a Indústria 4.0, analisada desde a perspectiva da Jeep Goiana, ganha sua característica particular, aprofundando objetivos da produção enxuta, na *sinergia* das tecnologias 4.0, integrando-se à maquinaria e aos artefatos digitais e subsumindo a força de trabalho.

4.3 UMA INTERPRETAÇÃO MARXISTA DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL ENQUANTO AUTOMAÇÃO ALGORÍTMICA DA RACIONALIZAÇÃO CAPITALISTA DO PROCESSO PRODUTIVO

De todas as tecnologias 4.0, a inteligência artificial é a que vem se mostrando mais disruptiva; e, ainda, com limites pouco definidos para seu desenvolvimento.

Diferente das demais tecnologias, a inteligência artificial utiliza-se das demais para produzir-se enquanto algoritmo, ou seja, ainda que necessite de enorme aparato informacional, sua essência é inteiramente digital, trata-se de operações matemáticas escritas em códigos de programação. O fato de não estar restrita a uma forma física específica, ao contrário, de se apresentar como múltiplas formas de usar os artefatos informacionais, a IA tem como matéria-prima fundamental para sua produção o trabalho intelectual coletivo.

O desenvolvimento da IA não está estritamente ligado à esfera produtiva, apresentando-se em todas as esferas sociais através dos meios informacionais, assim, ampliando vastamente o espaço para seu experimento e desenvolvimento. Há pouco tempo, várias ferramentas baseadas em IA tornaram-se disponíveis ao público de forma acessível, o que vem transformando os paradigmas do trabalho imaterial, como é o caso do Chat GPT e do Mid Journey.

Por isso a IA se apresenta, hoje, como ponto mais disruptivo do conjunto das tecnologias 4.0, senão, justamente, como o ponto culminante de suas *sinergias*. Tal disrupção tem popularizado os debates em torno das IA para todas as esferas sociais, chegando a produções de cunho científico e ideológico que geram polêmicas e sobretudo uma mistificação sobre seu entendimento. Por tratar-se também de produto algorítmico complexo, que utiliza linguagem matemática e programação, com o qual temos pouco contato intuitivo, uma vez que se esconde nas camadas intermediárias dos aparelhos informacionais, ou seja, entre a máquina eletrônica e suas representações sensoriais digitais, dito de outra forma, entre os dados binários brutos e as informações simbólicas que nos são informadas, a compreensão de seu funcionamento nos é muito pouco sensível. Diferenciando-se do *Big Data*, por exemplo, que é análogo a um servidor, ou seja, computadores especializados para armazenamento e processamento ligados em rede, ou então da IoT que utiliza *Wi-Fi*, 5G ou *bluetooth*, que ainda que não possamos visualizar, sabemos intuitivamente que não é nada mais que um sinal enviado, transmissão de dados, de equipamento para equipamento.

No modelo de Indústria 4.0 da Jeep Goiana, como vimos, as IAs estão presentes em todos os níveis do processo. Desde a aplicação de uma solda por um robô até a macrogestão de um complexo fabril. Para além da sua utilização para tornar mais ágeis e eficientes os processos produtivos especializados, como vimos no caso da solda, as IAs integram a condução do processo fabril, alimentando-se

dos dados de produção coletados pelo espaço ciberfísico e otimizando o gerenciamento produtivo através de, como veremos posteriormente, *softwares* de gerenciamento. Sua relevância é decisiva, portanto, nas fábricas inteligentes mais modernas, tanto para a precisão dos processos automatizados quanto para a condução do trabalho coletivo no encadeamento dos processos, assim como para a gestão material da produção. Em certa medida, é possível dizer que todas as demais tecnologias 4.0 sustentam a IA enquanto elemento disruptivo da Indústria 4.0 na medida em que se integra ao espaço ciberfísico. As tecnologias que antes poderiam auxiliar e aperfeiçoar um processo produtivo toyotista/fordista, transforma-se em uma nova unidade quando se aplica a inteligência artificial em seus distintos processos.

Portanto, para dar conta das singularidades do entendimento das IAs frente aos inúmeros debates e polêmicas em seu entorno, assim como a dificuldade de compreendê-la objetivamente em meio à enorme fetichização de sua natureza, cabe-nos aprofundar em uma compreensão marxista da IA enquanto tecnologia da Indústria 4.0.

Na contramão da fetichização da inteligência artificial (IA) e suas tecnologias, cabe aqui explicar que um algoritmo nada mais é, enquanto valor de uso, do que um processo de raciocínio lógico humano – trabalho intelectual objetivado – em linguagem matemática que, constituindo um programa de computador – *software* –, pode ser lido, executado e reproduzido para um fim predeterminado em sua programação. Para o processador – *hardware* – que lê e reproduz os algoritmos, uma programação não passa de contas matemáticas de zeros e uns, que produzem resultados a serem externalizados em dispositivos periféricos, como telas de celulares, caixas de som, braços mecânicos etc.

Assim como o complexo trabalho de construir um carro pode ser dividido em muitos trabalhos simples coordenados – tal como se fez pelo fordismo –, uma atividade intelectual complexa pode ser dividida em muitas operações lógicas simples escritas em algoritmos, “receitas de bolo” segundo a definição didática usual. Essa percepção é importante pois nos ajuda a compreender que a programação precisa respeitar, passo a passo, um encadeamento lógico de instruções que formam sua programação, tal como propôs a máquina de Turing, com a qual comprovou a “possibilidade de mecanizar tarefas executadas pela nossa mente, desde que elas possam ser representadas por símbolos e na forma de

procedimentos efetivos” (Teixeira, 1990, p.14.), de forma que hoje, através de circuitos elétricos e da linguagem binária, é possível “chegar a uma representação elétrica do pensamento” (Teixeira, 1990, p. 14.).

O *machine learning* e as redes neurais de computadores são algoritmos de inteligência artificial que vêm encontrando maiores avanços tanto em pesquisa quanto em desenvolvimento de aplicabilidade, sendo também estes métodos utilizados nos componentes de inteligência artificial da Jeep Goiana e na Indústria 4.0 em geral. Nestes tipos de IA, a programação é constante e não pode de nenhuma forma ser reescrita por si mesma para executar uma operação lógica que não foi previamente programada. A característica específica destes algoritmos de IA é criar comparação de dados e chegar em padrões que são positivos ou negativos segundo os parâmetros pré-estabelecidos, ou segundo a interpretação pré-programada, sendo assim possível “ensinar” e personalizar um programa de computador, como *e-mails* e teclados de *smartphones*, a prever as palavras que pretendemos escrever em determinados contextos. Porém, quais dados vão ser coletados, de onde serão extraídos, como compará-los e relacioná-los, como interpretar a informação final e o que fazer com o resultado são sempre funções que precisam estar previamente descritas na programação. Sendo que cada um desses momentos precisa ter sido teleologicamente pensado, ou seja, selecionados e trabalhados por seu programador, de forma que uma programação sempre inclui um objetivo final previamente estabelecido, a programação se determina por esse objetivo.

Desta forma, a inteligência artificial pode ser entendida como um tipo de automação algorítmica, executando operações lógicas predeterminadas a partir de um sistema elétrico. A união coordenada de todas essas operações nos é apresentada de forma objetificada e fetichizada como uma inteligência artificial, reproduzindo raciocínios complexos, aparentemente capazes de “aprender”, na medida em que fornecem informações diferentes a partir de coleta/comparação de dados diferentes. Uma vez que já estamos habituados a interpretar movimentos mecânicos, não nos estranha um carro mover-se ao pisar no acelerador, mas como pouco conhecemos do que acontece nos componentes eletrônicos atrás das telas de celulares e da linguagem computacional, este nos aparece como uma inteligência de leis desconhecidas. Enquanto, na realidade, estamos diante do espelhamento do

nosso próprio raciocínio lógico, enquanto um trabalho intelectual humano objetificado e reificado em uma mercadoria.

Retornando ao contexto industrial, temos, então, um trabalho realizado previamente pelo programador, objetificado enquanto trabalho – intelectual – morto em uma automação algorítmica. Assim como um robô reproduz funções mecânicas pré-programadas dentro das suas capacidades físicas limitadas por sua engenharia, o algoritmo reproduz funções lógicas pré-programadas e limitadas por sua programação e capacidade de processamento.

De maneira geral, a proposta alemã de Indústria 4.0 tem como horizonte a criação de fábricas “inteligentes” (*smart factories*), construídas por sistemas ciberfísicos com alto nível de autorregulação. Um elemento presente nesse processo, sem dúvida, é a criação de novas e mais abrangentes formas de automação do trabalho humano (tanto manual quanto intelectual) (Pinto, 2020, p. 198).

Da mesma forma que, através do trabalho humano, construímos braços robóticos capazes de erguer pesos que nenhum humano é individualmente capaz, os processadores são capazes de processar informações – realizar contas matemáticas – com quantidade de dados que nenhum ser humano é individualmente capaz. Se a esteira de produção, assim como a maquinaria, incorpora em si o modo especificamente capitalista de produzir determinada mercadoria em sua engenharia, como postula Marx (2011) em seus manuscritos, restando ao trabalhador se subjugar a seu tempo, sua velocidade, suas ferramentas, sua ergonomia etc. – a subsunção do trabalho vivo ao capital –, o mesmo ocorre com a gestão algorítmica, que incorpora o modo especificamente capitalista de produzir em sua programação.

A inteligência artificial, portanto, nunca é neutra. As operações lógicas que contém em sua programação é a própria lógica do detentor dos meios de produzi-la, no caso, o capitalista, e enquanto extensão da capacidade cognitiva humana, objetivada pelo trabalho, está sempre exposta às leis da alienação. Sua finalidade, neste caso da Indústria 4.0 e da Jeep Goiana, é otimizar a extração de valor.

Neste sentido, a reificação de atribuir inteligência a um artefato tecnológico pode ser compreendido como um processo de fetichização, no marco em que o modo de produção capitalista aliena os trabalhadores dos meios de produção, assim como do conhecimento dos processos produtivos, ao mesmo passo em que inverte

a percepção social e suas relações, transformando o mundo dos homens no mundo das coisas/mercadorias. Da mesma forma, a filosofia cientificista burguesa imputa ideologicamente sobre a Inteligência Artificial sua mistificação, antropomorfizando aparatos tecnológicos do meio informacional.

Portanto, através do método marxista do materialismo histórico, abordaremos a Inteligência Artificial através da investigação da matéria a fim de desvendar a natureza da sua “inteligência”. Como explica Teixeira (2009), mesmo com a massificação do uso informacional na sociedade, o computador ainda é uma máquina cujo funcionamento interno é desconhecido pela maioria dos usuários. A incompreensão de sua funcionalidade é ainda mais complexa por não estar aparentemente visível.

Quando observamos uma máquina se movendo, podemos não entender os princípios físicos de seu motor e sua fonte de energia, mas podemos deduzir sua operacionalidade e apreender seus movimentos, uma vez que estamos familiarizados com os movimentos mecânicos e interagimos constantemente com as leis da cinemática. Porém, quando se trata de microprocessadores, componentes eletrônicos, correntes elétricas passando por um circuito, nossa familiarização cai drasticamente. É sobre este terreno de estranhamento que a confusão da Inteligência Artificial, teórica e ideológica, se propaga. Para desfazer esta mistificação, investiguemos agora a matéria tecnológica da Inteligência Artificial até então vigente.

Grande parte dos avanços científicos e funcionais da Inteligência Artificial dos últimos anos, seja no campo da pesquisa, seja nos recursos já disponíveis nas mercadorias, se deve ao grande salto tecnológico e produtivo na área da computação, permitindo enorme capacidade de processamento e armazenamento de dados. Teixeira (1990) nos ajuda a entender o funcionamento de um computador resgatando o experimento da máquina de Turing. Trata-se de uma máquina mecânica, mas que pode realizar operações distintas a depender de como é programada. Os procedimentos e a programação da máquina seguiam um princípio geral que “tem como ponto de partida a noção matemática de procedimento efetivo. As instruções que damos para a máquina têm de ser executadas passo a passo, formando uma sucessão” (Teixeira, 1990, p. 13).

O conjunto de instruções submetidas à máquina corresponde à programação, da mesma maneira que dizemos que os computadores têm um programa, de modo

que a máquina seria capaz de efetuar qualquer operação aritmética. A máquina de Turing apresentou de forma mecânica o princípio básico da computação.

[...] a descoberta de Turing consiste no fato de ele ter demonstrado, através da invenção de sua máquina, que toda e qualquer tarefa que possa ser representada na forma de um procedimento efetivo pode ser mecanizada, ou seja, pode ser realizada por um computador. Com sua invenção ele demonstrou, ademais, que todo e qualquer tipo de computador pode, em última análise, ser reduzido a uma máquina de Turing, pois, embora os computadores possam diferir entre si quanto à sua finalidade e até mesmo ao material de que são compostos, eles podem ser imitados por sua máquina. E isso sem dúvida torna a máquina de Turing um verdadeiro princípio universal (Teixeira, 1990, p. 14).

Segundo Teixeira (1990, p. 15), o que torna o experimento da máquina de Turing interessante “é a possibilidade de mecanizar tarefas executadas pela nossa mente, desde que elas possam ser representadas por símbolos e na forma de procedimentos efetivos”. Ou seja, é possível mecanizar tarefas desde que estas sigam o princípio geral matemático de “procedimentos efetivos”, “um conjunto finito de instruções não ambíguas que nos dizem o que fazer passo a passo, e que nos garantem a obtenção de um resultado no final” (Teixeira, 1990, p. 15).

Segundo Teixeira (1990), é esse princípio que nos permite alcançar uma “representação elétrica do pensamento”, de forma que os computadores modernos utilizam circuitos eletrônicos que realizam eletricamente o que a máquina de Turing executa mecanicamente. As vantagens dessa diferença de estado material são evidentes. Quando falamos de correntes elétricas, estamos falando de elétrons, ou seja, passamos das proporções mecânicas para as proporções atômicas. Sendo assim, as máquinas que funcionam com circuitos elétricos são capazes de infinitas vezes mais operações que a máquina mecânica de Turing.

Os computadores são máquinas que operam contas matemáticas – “procedimentos efetivos” – sendo os dados utilizados para contas formadas de cargas elétricas, armazenadas em conjuntos binários de 0 e 1, ou seja, onde 1 é carregado eletricamente, e 0 é sem carga elétrica. Através da linguagem binária, é possível produzir todos os tipos de numerais para realização das contas. Os circuitos elétricos representam a primeira base para operações matemáticas básicas – soma, subtração, multiplicação, divisão etc. – a serem executadas com as cargas elétricas. Portanto, os algoritmos formulam instruções dos procedimentos matemáticos que devem ser operados eletricamente pela máquina. O mesmo

raciocínio que apresentamos até aqui está presente no artigo *Marx e a Indústria 4.0: trabalho, tecnologia e valor na era digital*, de Wecio Pinheiro Araújo (2021).

De acordo com José Roberto Piqueira (2016, p. 342), “de maneira simplificada, um algoritmo é uma sequência de operações lógicas e aritméticas, com a finalidade de dar a resposta a um problema passível de ser colocado em linguagem matemática”. Neste contexto, a partir das contribuições geniais de nomes como Alan Turing (Criador da Máquina de Turing) e Claude Shannon (Idealizador da Álgebra de Boole e da Teoria Matemática da Comunicação), foi que se tornou possível a chamada arquitetura computacional, proposta por John Von Neumann, em 1945, e que permitiu a construção do computador programável – fator tecnológico sem o qual não existiriam, por exemplo, *laptops*, *smartphones* ou *tablets* (Piqueira, 2016, p. 342). Neste contexto, “Chega-se, então, ao conceito de complexidade computacional, entendido como o número de operações necessárias para a execução de um programa, isto é, para a execução de um conjunto de algoritmos” (Piqueira, 2016, p. 342). Na Indústria 4.0, todo esse processo passa a envolver e determinar o processo produtivo em termos globais, seja no chão de fábrica ou no recente fenômeno da uberização (Araújo, 2021, p. 25).

Deriva-se daí uma conclusão importante, uma vez que “procedimentos efetivos” são instruções de encadeamentos lógicos, não ambíguos e finitos, o objetivo a ser alcançado já está previamente localizado no processo de programação. Ou seja, a operação a ser realizada já foi teleologicamente construída por seu programador, e é objetivada em um algoritmo, o código de programação em linguagem computacional. Sendo assim, podemos compreender que o algoritmo é produto de um trabalho intelectual realizado pelo programador, que é incorporado à máquina, compondo uma mercadoria, ou sendo o próprio algoritmo a mercadoria, quando comercializado enquanto propriedade intelectual.

A máquina de Turing também nos permite realizar um paralelo entre um algoritmo computacional e uma maquinaria industrial. Da mesma forma que uma máquina pode responder a comandos mecânicos humanos, algoritmos podem ser executados e encerrados com um “click”. Assim como existem máquinas autônomas, que realizam atividades cíclicas, reproduzindo movimentos automatizados, com auxílio e supervisão humana, mas sem depender de seus comandos, a automação industrial, também existem algoritmos que atuam ciclicamente, interagindo com o meio através de câmeras e sensores, e/ou se alimentando de interações humanas de forma automatizada. Marx (2014) nos mostra, em *O Capital*, que o conceito da automação industrial já estava presente desde os primórdios das máquinas a vapor na maquinaria capitalista, substituindo as

capacidades manuais da força de trabalho, e subsumindo os trabalhadores até se tornarem apêndices de sua engenharia, ritmo e capacidade produtiva.

Podemos entender, portanto, a inteligência artificial como uma automação computacional informacional de uma atividade intelectual objetivada correspondente a um trabalho intelectual anteriormente realizado. Esta compreensão nos ajuda a entender a primeira fundação da Inteligência Artificial enquanto um processo lógico – trabalho intelectual – automatizado e objetivado em um programa de computador, uma automação algorítmica.

Deste ponto, depreendemos duas conclusões associadas, a primeira é a objetivação de um raciocínio/procedimento genérico; a segunda é que, para a máquina, tudo que está acontecendo são comparações de dados através de contas matemáticas de 0 e 1. Isto posto, devemos compreender que, na ciência da computação, existe uma diferença entre dados e informação. Dados são sequências de códigos binários que o computador é capaz de processar e operacionalizar, ou seja, conjuntos de 0 e 1, e que possuem seu correlato simbólico, por exemplo, cada letra do alfabeto possui um código binário correspondente. O circuito elétrico processa o código binário, mas nos devolve suas representações simbólicas, assim como faz a máquina de Turing de forma mecanizada.

Informação é um conjunto de dados que, organizados, possuem um sentido, e que, portanto, podem ser interpretados. Rigorosamente, os computadores processam dados e nos entregam informação. Esta compreensão é importante para nos desvencilharmos da apreensão antropomórfica do “aprendizado” da Inteligência Artificial, uma vez que as operações matemáticas de um computador e seus resultados estão associadas à representação simbólica que apenas nós humanos podemos interpretar (Teixeira, 1990) em seu estado de saída, imagens, sons etc.

A Inteligência Artificial é conceitualmente particularizada no meio científico por sua capacidade de fazer com que máquinas “aprendam” ou então possam ser “ensinadas”. Ou seja, existe um aperfeiçoamento processual dos resultados obtidos pelas operações lógicas de sua programação. Tomemos como exemplo o *machine learning* em que os dados informacionais são comparados infinitamente a partir de um banco de dados. O procedimento operado pelo computador compara dados buscando um padrão. Os dados são comparados a partir de seu posicionamento e agrupamento nas diferentes fontes de dados previamente disponibilizados (Mason, 2021). Ao final, a automação algorítmica nos devolve um resultado, seja mostrando

o conjunto de dados próximos e agrupados por suas semelhanças relativas, seja um resultado identificando um padrão que se buscava alcançar.

O chamado “aprendizado” do *machine learning* através das redes neurais ocorre, pois, parte da fórmula matemática, conhecida no meio informacional como “pesos”, compõe o algoritmo da IA e é escrita em um processo reverso a partir dos resultados que precisam ser obtidos. Os “pesos” são incógnitas inscritas nas fórmulas matemáticas da IA que são definidas numericamente a partir de um processo matemático cujo resultado correto já está estabelecido. Dito de forma simples, podemos imaginar um problema matemático com milhares ou milhões de incógnitas, mas, para o qual temos um padrão de respostas corretas. O “aprendizado” corresponde a encontrar o valor das incógnitas que correspondem às respostas corretas, ou seja, encontrar o valor dos “pesos”. O “aprendizado” ocorre com o algoritmo atribuindo valores aleatórios às incógnitas até aproximar-se o mais preciso possível do resultado esperado. O grande desafio é a quantidade de processamento necessário para realizar este processo infinitamente até encontrar os “pesos” que chegam ao resultado desejado. Existem IAs que, terminada a calibração dos “pesos”, ou seja, o aprendizado, tornam-se um algoritmo acabado disponível para uso. Outras IAs coletam dados e recalculam seus “pesos” em tempo real.

Porém, o resultado, do ponto de vista da sua relevância, ou seja, sua correlação simbólica a elementos da realidade é desconhecida pelo computador, fazendo sentido apenas para um humano que compreende a informação que está sendo disponibilizada, cabendo a este interpretá-la.

Se, por um lado, compreendemos que a máquina é incapaz de diferenciar o que de fato está sendo processado em termos de sua relação simbólica e sua significância na realidade, ou seja, são apenas pulsos elétricos passando por um circuito, reproduzindo eletricamente operações matemáticas binárias, carregando e descarregando componentes eletrônicos com cargas positivas e negativas, de forma que a informação é, antes de mais nada, um componente físico armazenando carga elétrica. Por outro lado, a operação matemática realizada só ganha qualquer relevância, funcionalidade, sentido e efetividade quando externalizada de forma compreensível para um humano através de periféricos, imagens, sons, movimento etc., sendo este o momento, na capacidade interpretativa e na “inteligência” humana, em que o resultado da operação processada se efetiva, uma vez que é o

humano o capaz de compreender a representação simbólica expressa pela máquina, com seu correlato real e sua funcionalidade, e assim instrumentalizá-lo. Ou seja, a transformação de dados em informação só pode ser efetivada na capacidade intelectual humana. Assim como uma maquinaria não é capaz de realizar trabalho, tampouco a inteligência artificial realiza qualquer trabalho intelectual, ou produz valor, sendo imprescindível a interação humana através da exploração do trabalho para que isso ocorra.

Uma vez que a única inteligência presente na inteligência artificial está na capacidade humana de trabalho intelectual, sendo aquela, antes de mais nada, uma máquina computacional, podemos identificá-la nos seguintes momentos: 1. Na produção do conjunto informacional, incluindo o próprio algoritmo; 2. Coleta e abastecimento de dados para processamento e constituição do padrão da inteligência artificial; 3. Interpretação das informações pelo intelecto humano.

Deste ponto de vista, podemos interpretar, por exemplo, que a gestão algorítmica e as empresas de aplicativos que utilizam de inteligência artificial (iFood, Uber, etc.), para gerenciar força de trabalho, constroem uma relação laboral, na qual o trabalhador gerencia a si mesmo a partir de uma automação algorítmica, não apenas excetuando o trabalho físico, mas também o intelectual de interpretar as instruções logísticas e gerências da inteligência artificial sobre sua própria atividade laborativa, ao mesmo tempo em que alimenta a automação com seus dados.

Ainda que deslocado para o espaço virtual do meio informacional, não se trata de uma relação tão distinta da automação industrial verificada por Marx (2014), uma vez que de fundo temos uma máquina regendo o tempo e os ritmos do trabalho. A distinção aqui está na qualidade do tipo de trabalho que interage com a automação, mesmo que o núcleo do trabalho de um entregador de aplicativo, por exemplo, seja o esforço físico, a sua subsunção acontece antes de tudo em seu autogerenciamento, enquanto a forma com que a atividade física acontece em nada se “automatiza” ou se transforma qualitativamente, exceto em ritmo e intensidade. Ainda assim, com a aplicação da inteligência artificial operando para a subsunção de trabalhos reconhecidos como “autônomos”, além da brutal quebra dos direitos trabalhistas que elevam drasticamente a margem de lucro.

Portanto, o algoritmo dos aplicativos das empresas de plataforma é incorporado ao processo de extração de mais-valia enquanto capital, trabalho intelectual morto, que ganha vida na medida que subsume o trabalho vivo. O mesmo

podemos compreender sobre a inteligência artificial aplicada na Indústria 4.0, seja quando utilizada como ferramenta de gestão e controle, seja quando incorporada no processo produtivo, fundida às automações industriais e maquinaria. Do ponto de vista material, a IA é uma máquina que processa sinais elétricos na forma de dados através de contas matemáticas. A integração da IA na máquina industrial, as ferramentas e automações inteligentes formam uma unidade com o artefato digital. Trata-se de uma máquina dentro da máquina, uma relação de máquinas entre máquinas (M2M¹²) que subsume a força de trabalho.

Porém, existe outro ramo de trabalho intelectual subsumido pela inteligência artificial, pois o trabalho necessário para produzi-la não se restringe apenas à produção do algoritmo e seus componentes computacionais. A capacidade não apenas de armazenamento, mas também de produção dos dados a serem processados é fundamental para seu desempenho. Os dados se incorporam à automação algorítmica como calibrador e matéria-prima de sua funcionalidade a partir dos procedimentos lógicos de comparação e criação de padrões. Entretanto, como concluímos anteriormente, uma vez que os algoritmos possuem uma finalidade determinada, "treiná-lo" para executar determinado objetivo exige dados que representem as informações corretas correspondentes. Esse discernimento do que é válido e não válido só pode ser incorporado à automação através, como já mencionamos, de um trabalho intelectual humano.

Algumas inteligências artificiais utilizam do imenso volume de dados coletados na *internet*, textos, imagens, áudios etc. Ou seja, trata-se da apropriação de um trabalho intelectual realizado globalmente por milhões de pessoas e que está objetivado em forma de dados informacionais disponíveis na *web*. Neste caso, podemos compreender que existe um enorme potencial de lucratividade nos marcos da gratuidade dos dados publicamente disponibilizados que se estendem desde *sites* a redes sociais, e até conteúdos acadêmicos e científicos que podem ser apropriados e utilizados, sem a remuneração daqueles que os produziram. Outras inteligências artificiais, como já dissemos, coletam dados em tempo real de usuários, de forma que essa atividade intelectual se incorpora no processo de manipulação, interação e instrumentalização do algoritmo, com microinterações cotidianas. Também é válido mencionar o aumento exponencial da mercantilização de dados

¹² *Machine to Machine*, livremente traduzido para "de máquina para máquina".

informacionais por parte de empresas multinacionais cujo objetivo é coletar dados para venda e *marketing*, como, por exemplo, as redes sociais.

Entretanto, as inteligências artificiais também precisam de dados produzidos artificialmente, ou seja, é necessário criar uma interação artificial com o algoritmo para que ele constitua sua base de dados, especialmente quando se refere ao "treinamento" do algoritmo. Grandes empresas empregam, sob condições extremamente precárias, uma enorme força de trabalho espalhada pelo mundo, trabalhadores que vivem em grande parte no Sul da Ásia e África, e que trabalham para empresas como iMerit, Sama, Meta, Amazon e Alegion, para produzir esses dados, ou seja, selecionando as respostas certas para a inteligência artificial obter um padrão. Antes que o algoritmo possa ser de fato implementado, é necessário que uma grande quantidade de testes seja realizada, com humanos verificando a avaliação dos resultados corretos para a inteligência artificial, até que o padrão de respostas corretas seja estabelecido. Esses são os chamados *Turkers*. Em suma, o que esses trabalhadores fazem é avaliar informações disponibilizadas a partir da funcionalidade para qual a inteligência artificial foi projetada. Na medida em que os *Turkers* selecionam as informações válidas e as inválidas, o conjunto binário referente à informação "clificada" é integrado ao algoritmo para constituir o padrão de respostas verdadeiras e falsas. Como nos explica Chloe Xiang (2022).

As empresas de tecnologia contratam dezenas de milhares de trabalhadores para manter a ilusão de que os seus algoritmos de aprendizagem da máquina são totalmente auto-funcionais, e que cada nova ferramenta de IA é capaz de resolver uma série de questões fora da caixa. Na realidade, o desenvolvimento de IA tem muito mais em comum com os ciclos de produção de materiais do que imaginamos (Xiang, 2022, s.p., tradução nossa).

Sem este processo de "aprendizado", a inteligência artificial é incapaz de realizar qualquer predição coerente para os humanos, uma vez que é neste momento em que a inteligência humana é de fato integrada ao algoritmo como um replicador. O algoritmo da inteligência artificial, como descrevemos anteriormente, não contém em si as respostas corretas, uma vez que se trata da objetivação de um raciocínio lógico genérico, como a de uma comparação. Para que a inteligência artificial seja capaz de realizar predições corretas, são necessários milhares de testes e validações com quantidades gigantes de informações que apontem as respostas válidas, até que o padrão possa ser eficiente. Sendo assim, cada

interação realizada com o algoritmo por um *Turker* é um componente do algoritmo que é agregado para sua funcionalidade, sem os quais é impossível seu funcionamento, uma vez que ela mesma, a inteligência artificial, não é capaz de deduzir por si mesma se seus resultados são coerentes para seu objetivo, sendo necessária a objetivação do trabalho intelectual humano em seus padrões de respostas válidas.

Neste sentido, também é possível comparar o trabalho dos *Turkers* como uma espécie de linha de montagem virtual global em torno de algoritmos, em que cada trabalhador individualmente agrega componentes de dados através de um trabalho intelectual repetitivo, monótono e degradante para a construção de uma mercadoria, através de microinterações. Desta perspectiva, podemos levantar a hipótese de que a precarização do trabalho intelectual do enorme infoproletariado global, permitindo reduzir o gigante trabalho necessário para criar uma inteligência artificial eficiente, dividindo-o em milhares de micro-operações dispersas pelo mundo em um exército de trabalhadores precários e não remunerados, é o que constitui não apenas sua lucratividade, mas também a chave da sua constituição no capitalismo e sua integração econômica e social na escala atual. Assim, também cabendo à hipótese de que o trunfo das atuais automações algorítmicas, como *machine learnings*, que reproduzem raciocínios genéricos, não está apenas em seu complexo algoritmo realizado pelos programadores, mas especialmente na capacidade de se apropriar de imenso trabalho intelectual disponível pela *internet*, pelos usuários e pelo infoproletariado.

No capitalismo, a inteligência artificial torna-se não apenas um produto, mas, também, um meio de apropriação e exploração do trabalho e extração de mais-valia para produzir mercadorias informacionais e meios de produção digital, constituindo uma enorme cadeia de valor. Se, por um lado, a inteligência artificial é fruto de um avanço técnico-científico computacional de armazenamento e processamento de enormes quantidades de dados, por outro, também é produto da gigantesca socialização de um trabalho intelectual coletivo invisibilizado.

Sendo assim, podemos concluir, categoricamente, que não existe nenhuma “inteligência” ou aprendizado ocorrendo na máquina, senão aquela que é objetivada pelo trabalho humano, seja nos componentes materiais e eletrônicos de seu circuito, seja nas operações lógicas eletricamente operadas pela máquina, seja na programação que operacionaliza este circuito elétrico a fim de alcançar determinado

objetivo seguindo instruções teleologicamente concebidas por seu programador, seja na produção dos dados utilizados no processamento, seja na interpretação e instrumentalização das informações de saída.

A Inteligência Artificial só tem sentido – e qualquer efetividade – enquanto mediador e extensão das capacidades humanas. Como afirmamos anteriormente, a disrupção ocorre na capacidade de processamento e armazenamento de dados. Com a capacidade de processamento e armazenamento que a tecnologia vem alcançando, é possível constituir modelos para processar informações que até então seria de impossível processamento pela capacidade orgânica humana. De tal forma que se elevam qualitativamente as possibilidades úteis da inteligência artificial.

Com a intermediação das relações sociais, interpessoais, laborativas, econômicas etc., por aparelhos que procedem com inteligência artificial, avançamos para um novo estágio da reificação (Araújo, 2022) em que coisas se comunicam com coisas, através dos sistemas ciberfísicos e da *internet* das coisas. Elevando, com isso, o processo de alienação humana do produto e de sua capacidade de executar trabalho, assim como da fetichização do mundo das coisas/mercadorias.

Desfetichizando a inteligência artificial e suas tecnologias, concluímos que um algoritmo nada mais é, enquanto valor de uso, do que um processo de raciocínio lógico humano – trabalho intelectual objetivado – em linguagem computacional. Desta forma, a inteligência artificial pode ser entendida como um tipo de automação algorítmica, executando operações lógicas predeterminadas a partir de um sistema elétrico. A união coordenada de todas essas operações nos são apresentadas objetivadas e fetichizadas como uma inteligência artificial, reproduzindo raciocínios complexos, aparentemente capazes de “aprender”. Ou seja, na realidade, estamos diante do espelhamento da nossa própria capacidade intelectual objetivada em uma mercadoria.

A inteligência artificial, portanto, nunca é neutra. As operações lógicas que contém em sua programação é a própria lógica do detentor dos meios de produzi-la – no caso, o capitalista –, e enquanto extensão da capacidade cognitiva humana, objetivada pelo trabalho, está sempre exposta às leis da alienação. Sua finalidade, neste caso, é otimizar a extração de valor. Segundo Wecio Araújo (2021), as automações algorítmicas se manifestam enquanto uma relativa autonomia do trabalho morto, como uma “mão invisível” que subsume as relações sociais na era digital.

Na era digital, a gestão algorítmica se manifesta como a mão invisível do trabalho morto que a tudo e a todos administra como uma força autônoma. Os algoritmos estão em toda parte, sabemos que, para além da esfera produtiva propriamente dita, eles traçam a melhor rota para se chegar ao trabalho, fazem o *clipping* das notícias que serão lidas ao longo do dia, realizam a contagem de votos em períodos eleitorais, sugerem as mercadorias a serem consumidas, assim como também controlam a produção, a distribuição, o comércio e as decisões do mercado financeiro [...]. Neste sentido, o processo de trabalho ganha uma nova materialidade no algoritmo digital. Isto ocorre à medida que cada vez mais se automatiza o processo tecnológico capaz de imitar e materializar eletronicamente os processos subjetivo e objetivo que coordenam a atividade humana em seu caráter produtivo (Araújo, 2021, p. 7).

Se, por um lado, a fetichização ocorre devido à separação dos meios de produção na propriedade privada, assim como do conhecimento por detrás das mercadorias, enquanto propriedade intelectual, também estão ocultas as relações sociais – trabalho – que produzem a mercadoria. Compreender o funcionamento e a natureza da inteligência artificial, assim como os seus limites, permite desfazer um nível ideológico da fetichização, especialmente no que se refere a sua antropomorfização alentada pelo discurso e linguagem cientificista.

Na medida em que os algoritmos de inteligência artificial se tornam cada vez mais comuns na sociedade, seu véu metafísico e antropomórfico tende a se desvanecer. Da mesma forma que não é comum o conhecimento do funcionamento do motor de um automóvel, a interação da práxis com esta máquina reconstitui o seu entendimento, de forma que é possível prever e compreender seus movimentos, sua funcionalidade e sua natureza, o mesmo deve ocorrer com a inteligência artificial, assim como já não há “espanto” quando um aparelho eletrônico completa palavras que queremos escrever, ou quando o lixo eletrônico de nosso *e-mail* seleciona autonomamente as mensagens que devem ser excluídas.

Por outro lado, a fetichização não é apenas uma relação ideológica, mas, sim, material. Trata-se da inversão do mundo dos homens para tornar-se um mundo de coisas, mercadorias, independente de nossa compreensão teórica sobre sua natureza; as relações sociais capitalistas se constituem materialmente subjugando e escondendo as relações de trabalho que as produzem. Assim como na indústria capitalista o trabalhador se torna apêndice das máquinas automatizadas, extensão do trabalho humano subsumido ao capital, neste “novo” contexto, o mesmo se

repete em relação à inteligência artificial e ao processo informacional, na medida em que trabalhadores passam a estar subordinados a computadores e algoritmos.

Entretanto, a exploração da força de trabalho é determinada não apenas pelas relações técnicas de produção internas ao modelo produtivo fabril, mas é também um produto atravessado pela formação social e da luta de classes em determinado contexto histórico e geográfico onde está inserida.

Portanto, a força de trabalho e o papel que desempenha no contexto produtivo são indissociáveis de sua própria formação histórica. Sendo assim, a subsunção desta força de trabalho em um determinado modelo produtivo é também determinada pela história da formação da classe trabalhadora e das forças produtivas no lugar histórico onde atua. Isto ocorre de tal maneira que, para compreender o modelo de Indústria 4.0 da Jeep Goiana, é fundamental analisar historicamente o contexto em que está inserida, assim como a formação histórica de sua força de trabalho, ou seja, o Nordeste brasileiro, em particular, Pernambuco e Goiana. Nesta investigação, novamente, perceberemos as imperiosas leis do desenvolvimento desigual e combinado como características fundamentais para mover a produtividade e a lucratividade deste gigante empreendimento capitalista da Stellantis em meio ao canavial goianense.

4.4 A “QUESTÃO NORDESTINA” COMO PALCO DA INDÚSTRIA 4.0: A DISTOPIA CAPITALISTA NO CANAVIAL DO NORDESTE BRASILEIRO

Neste momento, para nós, uma das questões prioritárias é desvelar porque Goiana-PE é escolhida como local para um empreendimento da magnitude da Jeep.

A Fiat acumula ao menos 47 anos de experiência na exploração de trabalho em território brasileiro. A primeira unidade da Fiat Automóveis S.A. é fundada em Betim, Minas Gerais, em 1973, e chegou a reunir mais de 40 mil trabalhadores em seu auge. A escolha de Betim para a instalação da fábrica foi estratégica, buscando aproveitar o potencial industrial regional do circuito metalúrgico sudestino, e aumentar a presença da Fiat no mercado brasileiro durante a expansão industrial da Ditadura Militar. A sede da Stellantis na América do Sul, o complexo de Betim, é a maior fábrica de veículos da América Latina e uma das maiores do mundo; numa área de 2,2 milhões de metros quadrados, congrega atualmente cerca de 120 fornecedores em seu polo automotivo e, após o incremento sucessivo de capital

tecnológico, concentra cerca de 16 mil trabalhadores, com capacidade para produzir 700 mil automóveis comerciais leves por ano e 1,3 milhão de unidades de motores e transmissões.

A Jeep Goiana, por sua vez, se encontra a mais de 2 mil quilômetros de distância da sede em Betim, onde são produzidos os motores que utiliza na fabricação de seus veículos. Ainda assim, cerca de 80% de todo o veículo, como já mencionamos, é produzido em Goiana, constituindo um novo polo automobilístico quase independente da sede sul-americana. A concentração da produção em uma única planta é algo incomum para o padrão da acumulação flexível.

Diferentemente de outras montadoras e da própria fábrica da FCA de Betim-MG – em que as linhas de produção iniciam as atividades e os fornecedores foram atraídos, gradativamente, para instalação com recursos próprios –, o Polo Automotivo da FCA em Pernambuco começou as atividades em abril de 2015, com um parque de fornecedores (*supplier park*) significativo. Isso foi possível a partir de investimento direto da FCA de R\$ 1 bilhão, dos cerca de R\$ 2,1 bilhões necessários para construção do parque de fornecedores, integrados à mesma planta industrial da montadora (Silva; Bagattoli, 2021, p. 74).

Por outro lado, ao compararmos a quantidade de trabalhadores, exclusivamente contratados pela Stellantis (ou seja, sem considerar outras empresas instaladas no parque de fornecedores), em cada unidade, 8 mil em Goiana e 16 mil em Betim, e o número de automóveis produzidos anualmente, 280 mil e 700 mil, não existe nenhuma discrepância evidente entre elas. Desta forma, ainda não se explica o entusiasmo da Stellantis para com sua filha mais nova brasileira, exemplo de tecnologia e modernidade 4.0, tampouco se explica a enorme conversão de capital em sua construção e futura expansão já programada.

Existe, porém, uma distinção decisiva entre as duas unidades quando se trata de lucro, mais-valia e produtividade nos termos capitalistas. Ao analisarmos as médias salariais das duas plantas, entre os postos de trabalho mais comuns na produção, que empregam a grande maioria dos trabalhadores dessas fábricas, segundo o *site* de anúncios de empregos Indeed, o salário médio de um auxiliar de produção da Stellantis, em Betim, atualmente, é cerca de R\$ 1.568,00 por mês, enquanto a mesma função em Goiana é R\$ 1.325,00 por mês. Sendo que, de acordo com os dados do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), a média nacional do salário do auxiliar de produção é de R\$ 1.609,91. Segundo o Portal da Indústria, o salário médio da indústria no Estado de São Paulo

é R\$ 3.507, já em Minas Gerais é R\$ 2.665, enquanto Pernambuco é R\$ 2.208,5, 24,6%, menor que a média nacional (CNI, 2024). Além disso, conforme se escalam os cargos, a diferença salarial entre as duas unidades também se eleva. O mesmo ocorre nas empresas terceirizadas que prestam serviços para a Stellantis, onde a discrepância salarial entre as unidades de Goiana e Betim chega à proporção de metade e até mesmo um terço do salário.

Segundo entrevista com o presidente do Sindicato dos Metalúrgicos de Pernambuco (Sindmetal-PE), em 24/04/2015, a fábrica da Fiat-Chrysler em Goiana pagava salário maior que o da Convenção Coletiva de Trabalho da categoria vigente no Estado, em 2015, mas estava (e ainda está) bem abaixo das demais montadoras em outros Estados, inclusive em relação à fábrica de Betim. Disse ele: “Não queremos nos espelhar em Betim; mas na conjuntura de crescimento econômico de Pernambuco. A Fiat pode oferecer muito mais do que está pagando aqui” (Ladoski, 2021, p. 127).

A pesquisa de Ladoski (2021) demonstra ainda que, segundo o convênio coletivo das duas plantas, as diferenças salariais entre a planta de Goiana e a de Betim são ainda maiores do que as referências dos *sites* de emprego, se considerarmos os reajustes, planos de carreiras, benefícios e participação de lucros, conforme podemos observar na tabela da Figura 23.

Segundo Ladoski (2021), a baixa capacidade de mobilização do Sindicato de Metalúrgicos de Pernambuco é um dos elementos qualitativos para esta disparidade.

O principal ponto de reivindicação na campanha dos metalúrgicos na Jeep, em 2017, foi a implantação de um programa de Participação nos Lucros e Resultados (PLR) em Pernambuco, uma vez que os trabalhadores das plantas de Campo Largo (PR) e a de Betim (MG) já recebiam R\$ 4.500,00 e R\$ 4.737,00, respectivamente. No material da campanha do Sindmetal-PE, a palavra de ordem era “Fábrica da Jeep: sofisticação, tecnologia e muito desrespeito ao trabalhador!”. O resultado foi a conquista de R\$ 2.854,50 como PLR (Ladoski, 2021, p. 129).

Figura 23 – Tabela com comparação entre Acordos Coletivos de Trabalho entre a FCA Goiana-PE e Betim-MG

Tema	ACT Sindmetal-PE X FCA Vigência: 1º/11/2016 a 31/10/2017	ACT Sind. Metal. Betim X FCA Vigência: 1º/01/2016 a 31/12/2016
Piso Salarial	R\$ 1.057,82	R\$ 1.348,60
Reajuste Salarial	<p>A partir de 1º de novembro de 2016, os salários dos empregados beneficiados serão reajustados de acordo com os seguintes critérios e percentuais escalonados:</p> <p>a) Para salários de até R\$ 4.300,00 será concedido reajuste salarial de acordo com 100% (cem por cento) do INPC/IBGE acumulado no período de 1º de novembro de 2015 a 31 de outubro de 2016;</p> <p>b) Para salários superiores a R\$ 4.300,00 (quatro mil e trezentos reais): será concedido aumento ou reajuste salarial único no valor equivalente a 100% (cem por cento) do INPC/IBGE acumulado no período de 1º de novembro de 2015 a 31 de outubro de 2016, aplicado sobre o valor de R\$ 4.300,00, em parcela fixa a ser adicionada aos salários.</p>	<p>A partir de 1º de janeiro de 2016, os salários dos empregados beneficiados serão reajustados de acordo com os seguintes critérios e percentuais escalonados:</p> <p>a) Para salários de até R\$ 6.224,00 será concedido reajuste salarial 9,90% sobre o salário de outubro de 2014;</p> <p>b) Para salários superiores a R\$ 6.224,00 será concedido aumento ou reajuste salarial único no valor de R\$ 616,18 em 1º de janeiro de 2016.</p>
Hora extra	<p>a) Nos dias úteis, 60%</p> <p>b) Nos dias de repouso obrigatório e feriados civis e religiosos, 100%, sem distinção, de modo que resulte na seguinte forma remuneratória: DSR + horas trabalhadas em dobro.</p> <p>c) Nos dias de sábados já compensados e trabalhados, salvo a hipótese prevista no item 8 desta cláusula, as horas trabalhadas serão remuneradas com o acréscimo de 70%</p>	<p>a. Nos dias úteis, 60% até o limite de 20 horas mensais;</p> <p>b. Nos dias úteis, 65% de 20 a 40 horas mensais;</p> <p>c. 75% aos sábados, quando esse houver sido compensado em outros dias;</p> <p>d. 85% acima de 40 horas mensais</p> <p>e. 100% nos dias de repouso semanal remunerado e feriados</p> <p>f. 150% nos casos e "dobra de jornada"</p>

Fonte: Acordos Coletivos do Sindmetal-PE X FCA e do Sindicato dos Metalúrgicos de Betim X FCA

Elaboração própria.

Fonte: Ladoski (2021).

Estas evidências empíricas formam a ponta de um dos fios que revela a natureza do modelo de Indústria 4.0 da Jeep alocado em Goiana, que seguiremos desvelando, em especial, no que tange aos aspectos sociais que propiciam as vantagens competitivas do modelo flexível neste território.

Goiana se situa há cerca de uma hora ao norte do Recife e uma hora ao sul de João Pessoa, na divisa entre Pernambuco e Paraíba, onde, até a instalação da fábrica, a principal produção local era a cana de açúcar. Há mais de 2,8 mil quilômetros de distância do ABC paulista, berço do novo sindicalismo brasileiro e do contexto do maior levante operário da história do país nos anos 1970-80. Os

fretados da Jeep buscam seus trabalhadores por toda a região metropolitana de Recife, mas também de cidades do interior e da Paraíba, desde Jaboatão dos Guararapes, passando pela capital, Olinda, Igarassu, Abreu e Lima, Paulista, até João Pessoa. As distâncias percorridas pelos trabalhadores aumentam a jornada de trabalho, de 8 horas diárias para até mais de 16 horas.

A história do município de Goiana está intrinsecamente ligada à formação histórica de Pernambuco. No começo do século XIX, Pernambuco era a capitania mais rica do Brasil. O porto do Recife escoava a produção de açúcar das centenas de engenhos da Zona da Mata, cujo litoral se estendia da foz do rio São Francisco até a vila de Goiana.

A história de Goiana remonta ao período colonial, quando a região começou a ser explorada pelos colonizadores portugueses. A colonização da área teve início no século XVI, com a instalação de engenhos de açúcar ao longo do rio Goiana, que deu nome à cidade. Durante os séculos XVII e XVIII, a economia de Goiana prosperou devido à produção de açúcar e à presença de engenhos na região.

Goiana também desempenhou um papel importante durante os períodos históricos do Brasil, como a Batalha de Tejucupapo, em que o protagonismo auto-organizado das mulheres expulsou as tropas da invasão holandesa em 1646, e a Revolução Praieira, que ocorreu na década de 1840, marcada por revoltas contra o governo imperial. A região também fazia parte do território ocupado pelo Quilombo de Catucá, entre 1814-1835.

Marcado pelo período escravocrata, Pernambuco foi um dos pontos de intensa comercialização de pessoas escravizadas do continente africano, que desembarcavam dos navios ancorados em Porto de Galinhas. O intensivo processo de exploração da força de trabalho escravizada nos engenhos também transformou Pernambuco em palco das revoltas negras e da luta contra a escravidão, tendo seu expoente, o Quilombo dos Palmares, que contestou a ordem imperial durante pelo menos 100 anos, entre 1597 e 1694.

A industrialização de Pernambuco acompanhou os ritmos desiguais do Nordeste, com o desenvolvimento do polo industrial sudestino impulsionado pelo Estado Brasileiro nos anos 1930.

Em resumo, diante da crise capitalista mundial, iniciada em 1929, o Estado brasileiro, com Vargas à frente, optou por um processo de industrialização através de um modelo “por substituição de importações” que aconteceu

fortemente concentrado no Centro-Sul. O Estado não foi um simples árbitro desse processo, mas participou ativamente, garantindo a constituição do bloco desenvolvimentista e a integração do mercado nacional. Todavia, a fração industrial do capital era, ainda, incapaz de levar esse processo adiante, deixando ao Estado essa atribuição de criar as condições gerais para produção e reprodução do capital industrial (Santos, 2021, p. 71).

Enquanto o Estado Brasileiro elegia o Sudeste como centro industrial do país, passava também a localizar e subordinar as demais regiões. Segundo Nivalter (Santos, 2021, p. 82) “o processo de industrialização foi muito excludente, em termos regionais, cabendo ao Centro-Sul a produção industrial e às outras regiões (especialmente ao Nordeste) coube participar com o abastecimento de matéria-prima”. Desta forma, a subordinação regional do Nordeste à integração econômica nacional ditada pela industrialização do “Centro-Sul” é um dos elementos que constitui a desigualdade econômica estrutural entre os estados brasileiros. Esta dinâmica desigual e combinada da formação econômica e dos ritmos de industrialização da região Nordeste é um dos componentes que integram a chamada “questão nordestina”, da qual Pernambuco participa.

A criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) foi a forma que a burguesia nacional encontrou para responder com um projeto desenvolvimentista às contradições das desigualdades nordestinas que faziam ebulir a revolta no campo, tendo como importante expressão as Ligas Camponesas.

Essa autarquia privilegiava o planejamento econômico e a industrialização como elementos direcionadores da nascente política de desenvolvimento regional. A criação da SUDENE representou o esforço de implantação das ideias desenvolvimentistas no Nordeste, com o Estado brasileiro atuando no sentido de programar uma política de desenvolvimento regional através do planejamento associado a uma ativa política industrial (Lima, 2007). Desse modo, supostamente, seria possível corrigir os desníveis e as assimetrias regionais do Brasil. A SUDENE deveria ser um órgão de natureza renovadora, com o governo atuando através de uma política única e ampla de desenvolvimento em relação ao Nordeste, agregando, além dos dirigentes das agências governamentais mais importantes da área – e coordenando os planos de todas elas – os governadores dos estados que compõem a região. Entretanto, esse conjunto de ideias desenvolvimentistas e de desenvolvimento regional, no âmbito da luta interburguesa, expressava, fundamentalmente, os interesses da burguesia industrial (Santos, 2021, p. 126).

Assim, somente a partir dos anos 1960, as políticas desenvolvimentistas irão chegar ao Nordeste, gerando um ciclo de industrialização localizada até os anos 1980.

É importante reconhecer que, entre as décadas de 1960 e 1980, houve sensíveis transformações na estrutura produtiva da região no que se refere ao perfil econômico: a ampliação e a modernização da infraestrutura regional, e o processo de industrialização, que alcançou relativo sucesso ao ampliar a participação deste setor no produto da região (Almeida; Araújo, 2004). Então, era possível encontrar, diante do mar de atraso, ilhas dispersas de desenvolvimento ou “áreas dinâmicas” (Santos, 2021 p. 194).

Entretanto, os planos desenvolvimentistas para o Nordeste, encabeçados pela Sudene em chave reformista, são paralisados pelo golpe militar de 1964, de forma que o desenvolvimento industrial do Nordeste seguiu os ritmos do seu lugar auxiliar à industrialização do “Centro-Sul”. Assim, as contradições sociais estruturais nordestinas – sendo a reforma agrária um de seus pilares – e as desigualdades socioeconômicas regionais e inter-regionais conviviam com um processo de desenvolvimento econômico complementar ao centro industrial brasileiro (Santos, 2021).

Durante o governo de FHC, nos 1990, o neoliberalismo passa a ditar a política de reprimarização da economia nacional, reconstituindo a dinâmica entre os polos desiguais do desenvolvimento regional nordestino perante a economia nacional e internacional, mantendo intactas a estrutura agrária e freando a integração industrial nacional.

O relançamento dessa estratégia encontrou um mercado mundial mais favorável do que na década de 1980. Algumas poucas *commodities* estavam em rápida expansão, principalmente nos ramos de *feed grains* (soja e milho), açúcar-álcool, carnes (bovina e de aves) e celulose de madeira, na qual o Brasil tinha grande potencial de inserção. Estes e mais alguns produtos de origem mineral cresceram rapidamente e de maneira expressiva, dominando a pauta das exportações brasileiras a partir de 2000 (Delgado, 2012). Esse é o início da prevalência do agronegócio e do processo de reprimarização que a economia brasileira vai experimentar nas décadas seguintes (Santos, 2021 p. 225).

É neste sentido que Nivalter (Santos, 2021) analisa a “questão nordestina” como um fenômeno vivo e latente do conceito de desenvolvimento desigual e combinado, tal como Trotsky elaborou para compreensão do desenvolvimento social e econômico da Rússia czarista. Este conceito cunhado pelo revolucionário russo, nascido onde hoje se situa a Ucrânia, compreende a dinâmica histórica das formações sociais e econômicas a partir da expansão do capitalismo do “centro global” para as periferias, ou seja, países assim chamados subdesenvolvidos.

Nesta dinâmica, uma vez que a economia dos países periféricos, que não desenvolveram suas próprias burguesias nacionais de forma independente, o fazem atrelados à espoliação dos países imperialistas, a partir da exportação de capital, tal como descreveu Lenin (2020), em sua obra *Imperialismo, fase superior do capitalismo*, os ramos industriais e econômicos se constituem subordinados e atendendo às necessidades econômicas externas em detrimento das demandas sociais internas. Porém, na medida em que tais ramos se desenvolvem, através da exportação de capital, o centro global capitalista transfere parcialmente seu aparato industrial e tecnológico necessário para aqueles ramos produtivos, assim como transfere a infraestrutura elementar para movê-lo. Ao final, a paisagem que se forma é a combinação dos elementos tecnológicos mais avançados das forças produtivas capitalistas convivendo, em simbiose, com sua face mais arcaica.

Nivalter (Santos, 2021), por sua vez, compreende um segundo nível de escala das contradições produzidas pelo desenvolvimento desigual e combinado. Partindo da relação de dependência do Brasil para com o imperialismo, em especial, estadunidense, o autor encontra uma subordinação internacional para o desenvolvimento desigual e combinado, na integração nacional de um país continental. De tal modo, os elementos mais desenvolvidos das forças produtivas presentes em determinado país e seus elementos capitalistas arcaicos se espalham geograficamente, também de forma desigual, em relações de subordinação combinadas entre seus polos.

Assim, cercada por canaviais, a economia de Goiana se manteve majoritariamente ligada ao plantio e corte de cana até os anos 1990, quando o então governador do estado Eduardo Campos iniciou planos de industrialização da região e a formação de um futuro polo industrial. O ciclo neodesenvolvimentista dos governos petistas, que contava com o PSB da oligarquia Campos como aliado regional no Nordeste, em particular, Pernambuco, foi o pano de fundo político da implantação do megaprojeto da Fiat em Goiana.

Nivalter (Santos, 2021) analisa a ascensão petista em 2002 a partir do cenário internacional de crise do modelo neoliberal na América Latina, gerando o efervescer da luta de classes no cone sul, produzindo o ciclo dos governos pós-neoliberais nos países vizinhos ao Brasil. Neste sentido, o PT de Lula seria uma alternativa preventiva para as elites e a burguesia nacional, pactuando a

estabilidade política para manter os pilares estratégicos do neoliberalismo em um governo de conciliação de classes.

Sobre a vitória eleitoral de Lula, levantamos a hipótese de que, além da crise do modelo liberal periférico, a convulsão em diversas partes da América Latina e o receio das classes dirigentes de que se repetisse no Brasil algo como o que aconteceu/estava acontecendo na Argentina, abriu possibilidade para a vitória do PT sobre o candidato do PSDB. Lula foi eleito sob o signo da conciliação de classes. O seu triunfo eleitoral foi resultado de uma ampla coalizão que agregou alguns elementos de uma “frente popular” com vasto apoio das camadas populares e forte ligação com movimentos de massa, de um lado; e, por outro, contemplando os interesses de parte da burguesia, que, por sua vez, estava preocupada em evitar convulsões sociais de massa, como estavam acontecendo pelo subcontinente (Santos, 2021, p. 256).

Nivalter (Santos, 2021) evidencia o caráter de conciliação do neodesenvolvimentismo lulista a partir da emblemática *Carta ao Povo Brasileiro*.

Lula ainda garante que o seu governo seria de uma “ampla negociação nacional”, que “o PT está disposto a dialogar com todos os segmentos da sociedade”, que os contratos seriam honrados, que manteria a inflação sob controle, que ordenaria as contas públicas; em resumo: que manteria uma política dentro do modelo neoliberal periférico, ainda que promettesse, também, “combater a vulnerabilidade” e “resgatar a presença soberana e respeitada” do Brasil (Nivalter, 2020, p. 257).

O projeto intitulado de neodesenvolvimentista, segundo Nivalter (Santos, 2021), se apresentava como “uma proposta de terceira via que pudesse agregar elementos ‘bons’ do neoliberalismo e do velho desenvolvimentismo, rejeitando, obviamente, o que haveria de ‘ruim’ nos dois modelos” ou como “desenvolvimentismo da época do capitalismo neoliberal” (Santos, 2021, p. 260). Ao contrário do desenvolvimentismo original, o neodesenvolvimentismo não se propõe ao aumento da participação do estado, senão de forma “parceira” ao capital privado, oferecendo concessões fiscais e estreitando a relação com a iniciativa privada através de contratos públicos (Silva; Bagattolli, 2021; Nivalter, 2021). Dentro deste novo arranjo, a estrutura latifundiária agrária não apenas permaneceu intocada, do ponto de vista da concentração de terras, como angariou uma localização ainda superior na economia brasileira através do agronegócio e da exportação de *commodities*, levando a um processo de desindustrialização e reprimarização da economia nacional.

Todo esse estímulo deu resultados e as *commodities* ganharam centralidade nas exportações brasileiras. Basta ter em mente um estudo feito pela Associação do Comércio Exterior do Brasil que mostra, com dados a partir de 2001, que o Brasil voltou a gerar superávits comerciais, depois de fortes déficits entre 1995 e 2000, e que apresentou crescimento contínuo até 2006. A partir de 2007, as importações passaram a crescer em índices percentuais maiores que as exportações, devido à valorização do real e à crise econômica internacional, de modo que os superávits comerciais começaram a diminuir gradativamente até 2011, quando voltam a se elevar devido ao aumento nas cotações das *commodities* (Santos, 2021, p. 263).

O modelo agroexportador neodesenvolvimentista foi impulsionado pelo *boom* internacional das *commodities*, alçando a economia brasileira no ciclo de crescimento capitalista internacional até a crise de 2008. O Brasil passa a se localizar internacionalmente como um país emergente, sendo parte dos BRICS e um grande articulador regional das economias do Mercosul. Entretanto, conforme nos revela Santos (2021), é emblemático que o Nordeste tenha sido uma das únicas regiões de toda a América do Sul a ficar fora da Iniciativa de Integração da Infraestrutura Regional Sul-Americana (IIRSA).

Enquanto o neodesenvolvimentismo seguia aprofundando os pilares das contradições estruturais da formação social brasileira, favorecendo especialmente o agronegócio, as grandes empreiteiras e o capital financeiro, em especial o bancário, por outra via, garantiam a estabilidade política, elevando o poder de renda da população em geral, com políticas de transferência de renda garantidas pelo aumento vertiginoso do rendimento, ou seja, da lucratividade da economia brasileira.

Nos governos petistas, a retomada do crescimento econômico, após baixíssimos níveis nas décadas anteriores, o aumento do salário-mínimo, após décadas de arrocho, e os programas de transferência de renda produziram uma melhora na renda das classes trabalhadoras e subalternas (Santos, 2021, p. 271).

No que tange à, assim chamada, questão nordestina, para além do duplo impacto da política neodesenvolvimentista, por um lado, aprofundando as contradições estruturais da concentração de terras e da dependência econômica regional, por outro, sendo base fundamental da política de transferência de renda, Nivalter (Santos, 2021) chama atenção para os resultados da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), que trazia promessas de um novo intento de desenvolvimento para o Nordeste durante os governos Lula.

Não é preciso insistir no quanto a PNDR esteve em segundo plano durante o governo Lula. Entre 2003 e 2010, a política regional seguiu com poucas dotações do Orçamento Geral da União. Pode-se perceber claramente uma incoerência entre o discurso proposto através desses documentos apresentados e a prática de governo, no que tange à redução das desigualdades regionais e às reais possibilidades de intervenção da PNDR. Coêlho (2014) critica que o Brasil permaneceu refém das negociações regionalistas, político-partidárias e de setoriais que vêm desintegrando o orçamento público em ações pontuais e fragmentadas. Mesmo em sua leitura desenvolvimentista, entende que os investimentos estão associados à preservação dos interesses constituídos. A PNDR, mesmo após sua institucionalização, não se apresentou como uma política capaz de reduzir as desigualdades regionais, em parte devido à falta de recursos para viabilizar suas metas e objetivos (Costa, 2019). O FNDR, que estava vinculado à proposição de Reforma Tributária, que seria o potencial financiador da PNDR, não avançou (Alves; Rocha Neto, 2014). Dessa forma, as propostas não puderam ser realizadas em plenitude. Nem o MI, nem a SUDENE, dispuseram de recursos humanos e financeiros para cumprir o planejado (Santos, 2021, p. 294).

Dentro deste contexto histórico e social nordestino, Goiana manteve suas estruturas econômicas coloniais – baseadas no engenho açucareiro e no plantio de cana – praticamente intocadas até a instalação da Jeep Goiana. Segundo Pedro Cavalcanti (2021), sociólogo pós-graduado na UFPE, nem mesmo as iniciativas desenvolvimentistas em seus empreendimentos limitados e parciais tocaram a região de forma a transformar a economia local, pelo contrário.

Nota-se que a tendência histórica dos diferentes planos de desenvolvimento foi o de manter o empreendimento, mesmo em crise (em tendência contrária à vista com relação à SUDENE): não se pautava a substituição do empreendimento de Usina de açúcar e destilarias de álcool, nem destinação diferente para as terras em monocultura. Portanto os planos de desenvolvimento que se seguiram, conservavam (Cavalcanti, 2021, p. 8).

Sobre o trabalho nestas estruturas econômicas, Pedro Cavalcanti demonstra seu correlato no atraso no que tange aos direitos trabalhistas.

A agroindústria impunha um regime de trabalho próprio, sendo em grande parte do período alheio à regulamentação trabalhista, com salários impactados por compensações não monetárias e jornadas acima do permitido em lei, mas, além disso, ela era sustentada pelo setor “arcaico”, pois era inteiramente dependente do setor primário, de uma quantidade elevada de insumos, que, conseqüentemente, tinham de ser produzidos sob uma grande extensão de terras (Cavalcanti, 2021, p. 10).¹³

¹³ Embora a economia local majoritária de Goiana tenha se mantido em torno dos insumos da cana, tanto no plantio quanto na industrialização de seus derivados, como açúcar e álcool, segundo Pedro Cavalcanti (2021), existiam alguns empreendimentos industriais, em especial têxteis, na região, além da Klabin, desde 1973, na cidade de Goiana/PE, atualmente a maior produtora e exportadora de papéis do Brasil. Entretanto, “durante todo esse período, tais empreendimentos não conseguiram ultrapassar o predomínio da agroindústria como setores predominantes, mantendo-se assim a

Segundo a pesquisa de Pedro Cavalcanti (2021), o mercado de trabalho de Goiana passou a sofrer as primeiras transformações em torno de 2007, com a migração de algumas indústrias para cidades próximas da Região Metropolitana do Recife, propiciado também pelos investimentos no porto de SUAPE em 2007.

Apesar de se manter socialmente diferenciado em relação a outras regiões, foi alavancado pelo momento favorável da economia, em especial as Regiões Metropolitanas de Salvador (BA) e Recife (PE), cujo um dos emblemas é o Complexo Industrial e Portuário de Suape em Ipojuca e Cabo de Santo Agostinho, que passou, após 2007, a atrair uma série de investimentos, com mais de 100 empresas instaladas no final da década de 2000. É no final da primeira década do século XXI, também, que começam as promessas de investimentos para a Zona da Mata Norte, com fins de consolidação de um Polo Farmacoquímico (cuja frente era a Empresa Brasileira de Hemoderivados – HEMOBRAS). Durante a segunda década, começam a implantação de um Polo Vidreiro (com a Vivix Vidros Planos à frente) e o anúncio, construção e início de atividades do Polo Automotivo (com a Fiat Chrysler Automobiles à frente), tudo isso no município de Goiana (PE), localizado à 62km da cidade do Recife. Nas cidades ao entorno, principalmente na Região Metropolitana do Recife, observa-se a instalação de novos empreendimentos industriais, num território que já aparentava estar ligada à dinâmica da capital do estado. Destacam-se Igarassu e Itapissuma, com empresas de grande porte do setor de Alimentos e Bebidas (Heineken, Ambev e Grupo Petrópolis). O ponto forte desse território, que se tornou predominado pelo setor secundário, é a Fábrica da FCA, anunciada em 2011. Representando uma verdadeira virada na dinâmica do território, com as promessas de uma elevada quantidade de investimentos, públicos e privados, e criação de milhares de emprego, direta e indiretamente (Cavalcanti, 2021, p. 14).

Segundo Almir Silva e Carolina Bagattolli (2021), a instalação da Jeep em Goiana convergiu com a retomada do discurso desenvolvimentista no contexto regional nordestino a partir dos contornos de neodesenvolvimentistas petistas. O alargamento do cronograma de redução de IPI do Regime Automotivo garantido junto ao Governo Federal, além dos incentivos governamentais na instalação da fábrica já mencionados, atuaram como política do estado brasileiro para cumprir um papel coparticipativo na alocação da fábrica.

Exemplo disso foi a reinserção de ações para o desenvolvimento regional do Nordeste brasileiro, evidenciado pela: i) Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), elaborado em 2003 e institucionalizado em 2007; e ii) Plano Estratégico de Desenvolvimento do Nordeste (PDNE). A PNDR e o PDNE apresentaram-se enquanto política federal explícita de articulação entre antigos e novos instrumentos para atuação na região

modernização conservadora desse setor, sem muito espaço para o desenvolvimento de formas industriais avançadas que pudessem superar o setor ligado ao latifúndio” (Cavalcanti, 2021).

Nordeste – a partir de incentivos fiscais, fundos constitucionais de financiamento e desenvolvimento regional. O retorno do debate sobre desenvolvimento brasileiro esteve, portanto, atrelado a políticas de desconcentração regional, assim como a estímulo e proteção a setores econômicos industriais considerados estratégicos. Este é o caso do Polo Automotivo do grupo Fiat Chrysler Automobiles (FCA) no município de Goiana-PE, onde a análise da sua conformação será utilizada para evidenciar o fluxo das políticas e soluções. O Polo Automotivo da FCA, considerado como um dos mais eficientes e modernos do mundo, foi projetado em sigilo e sua localização apontada como um “desejo do presidente Lula de ver a indústria automobilística chegar ao Nordeste” (Braga, 2011, p. 46). O protocolo de intenções para sua instalação no estado de Pernambuco, firmado em 14 de dezembro de 2010 – pelo Governo Federal, Governo de Pernambuco e a Fiat Automóveis – foi mantido em confidencialidade até a realização da presente pesquisa, evidenciando o caráter hermético em que as tratativas entre os atores foram construídas (Silva; Bagattolli, 2021, p. 82).

Almir Silva e Carolina Bagattolli (2021) sintetizam, então, o conjunto das ações estatais que beneficia a Jeep na instalação da fábrica em Goiana.

Com relação à participação do Governo do Estado de Pernambuco, destacam-se: i) compromissos e incentivos para criação das condições de infraestrutura e logística, com a construção do Arco Metropolitano e de uma linha de transmissão de energia elétrica da subestação da Chesf – esta com custo estimado em R\$ 80 milhões a ser executada com recursos do BNDES (SDEC, 2017, informação verbal); ii) concessão de uma área com 11 milhões de metros quadrados para instalação do Polo Automotivo em Goiana-PE, assim como os custos para preparação da área com terraplenagem (Silva, 2016; SDEC, 2017, informação verbal); iii) concessão de crédito presumido sobre o saldo devedor de Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) a partir do Programa de Desenvolvimento do Estado de Pernambuco (Prodepe)¹⁸; e iv) crédito presumido de 95% do saldo devedor do ICMS de cada período fiscal e diferimento do ICMS de importação de insumos para fabricação de veículos e de aquisição de equipamentos, pelo Programa de Desenvolvimento do Setor Automotivo do Estado de Pernambuco (Prodeauto).

Por outro lado, e em dimensão menor, o Governo Municipal de Goiana-PE também teve participação no processo de conformação do Polo Automotivo no município. Dentre suas principais ações encontram-se: i) políticas de incentivo fiscal, a exemplo de redução para 2% do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) e redução de taxas de licença relativa à abertura de empreendimentos (AD GOIANA, 2018); e ii) ações para qualificação de mão de obra local envolvendo o grupo FCA, os governos do Estado de Pernambuco, o município de Goiana, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) e instituições de ensino superior da Paraíba e de Pernambuco. Essa articulação visou à oferta de técnicos e profissionais de nível superior direcionados para a indústria automotiva, os quais visaram atender tanto à demanda da montadora e das empresas “sistemistas” quanto às expectativas de emprego para a população da região (Silva; Bagattolli, 2021, p. 87).

Por fim, Almir Silva e Carolina Bagattolli (2021) concluíram que a coparticipação pública para a instalação da multinacional italiana em território

pernambucano cumpriu um papel fatidicamente decisivo. Aos moldes do neodesenvolvimentismo, o estado brasileiro voltou a ser um ator no processo de industrialização nordestina, tal como demonstrou Nivalter (Santos, 2021), mas desta vez em chave neoliberal.

É importante ressaltar que há ainda uma série de isenções, estímulos e outros tipos de recursos que foram alocados, direta ou indiretamente, para a FCA. Muitos desses não são – ao menos facilmente – mensuráveis, como é o caso de isenções de impostos (municipais, estadual e federal), investimentos em melhorias de infraestrutura e logística para escoamento da produção e qualificação de mão de obra local, dentre outros. Contudo, vale chamar a atenção para o somatório dos desembolsos financeiros do FDNE, BNDES e FNE que correspondem a R\$ 6,3 bilhões. Se consideradas apenas essas três fontes de recursos, seus desembolsos aproximam-se do volume total de investimentos anunciados e utilizados para construção do Polo Automotivo da FCA em Pernambuco, que foram de cerca de R\$ 7 bilhões. Por conseguinte, esses recursos alocados para a FCA tanto apontam para a importância e dependência de investimentos governamentais para atração e condução da montadora para o Estado de Pernambuco quanto ratificam, conforme argumentado por Harvey (2005), as estratégias do próprio capital em busca de melhores condições de manutenção e valorização de seus excedentes (Silva; Bagattolli, 2021, p. 87).

Desta forma, somente em 2016, nos últimos anos do período neodesenvolvimentista petista, com Dilma na presidência da República e Paulo Câmara, filiado a oligarquia Campos, como governador do estado de Pernambuco, já com o esgotamento do crescimento econômico internacional que promovia o Brasil como país emergente, em meio clivagem da ordem neoliberal mundial pela crise de 2008, a Fiat se instala em Goiana. E poucas imagens poderiam ilustrar com tamanho realismo a radicalidade do desenvolvimento desigual e combinado. Um megaempreendimento tecnológico, de um dos maiores mega monopólios imperialistas automotivos mundiais, em meio ao canavial goianiense, herdeira das estruturas latifundiárias escravocratas dos engenhos imperiais da antiga colônia portuguesa. Ademais, veremos a tentativa neodesenvolvimentista de conjurar novamente o espírito do desenvolvimento capitalista regional que inspirava a SUDENE.

4.5 JEEP GOIANA: UM PRODUTO CATALISADOR DO DESENVOLVIMENTO DESIGUAL E COMBINADO PERNAMBUCANO

Pernambuco está repleto destas “paisagens socioeconômicas” distópicas, fruto do desenvolvimento desigual e combinado. Cada parte dissonante dessas paisagens completam o quadro de lacunas de entendimento social do modelo da Jeep Goiana, dentro e fora de suas instalações, enquanto um produto histórico das contradições das desigualdades subsumidas por sua maquinaria. Uma vez que a instalação do capital imperialista se alimenta do atraso relativo geral das forças produtivas locais, porém necessitando que as condições materiais específicas para sua instalação estejam presentes, Pernambuco oferece solo fértil para os dois polos da lei do desenvolvimento desigual e combinado.

As tentativas pontualmente bem-sucedidas de instalar infraestrutura para o desenvolvimento regional, com a participação ou “parceria” estatal, não se revelaram frutíferas para reverter a questão nordestina, especialmente no que tange a sua subordinação econômica regional e a suas desigualdades em relação à economia nacional. Ainda assim, um complexo industrial importante se instalou em Pernambuco, especialmente voltado para a exportação.

Segundo o Portal da Indústria, no relatório de Importância da Indústria para os Estados, as exportações representam 86,2% da produção industrial de Pernambuco, mantendo um índice de industrialização de 21% do PIB local, equivalente a R\$ 40,7 bilhões, responsável por 1,6% das exportações brasileiras, sendo que em termos de produtos manufaturados representa 2,1%. No *ranking* de grandes empresas com 250 empregados ou mais, Pernambuco está em 12º lugar, representando 1,1% do total instalado no território, referente à quase metade (44,5%) do total dos empregos industriais do estado. Porém, isto foi suficiente para oferecer pontos de apoio para o capital internacional imperialista encontrar nesta região uma fonte promissora de rentabilidade a partir da exploração do trabalho. Para nossos objetivos, constatamos duas dessas instalações, subprodutos deste processo histórico que se apresentam enquanto estratégicas para a instalação da Jeep de Goiana, Suape e o Porto Digital.

O Porto de Suape, localizado no Cabo de Santo Agostinho, ao sul da Região Metropolitana do Recife, é um dos maiores pontos de escoamento de mercadorias, onde a Jeep Goiana é um de seus clientes prioritários. O Complexo Industrial Portuário de Suape, interliga mais de 250 portos em todos os continentes e se apresenta como o porto público mais estratégico do Nordeste, tendo em vista que 90% do PIB (Produto Interno Bruto) da Região encontra-se em um raio de 800

quilômetros do porto. Dessa forma, torna-se um porto concentrador e distribuidor de cargas não só para o Nordeste, mas também para o Norte do país.

Aliando um conceito de porto-indústria, o Complexo de Suape surgiu como instituição pública em 1978, criando a empresa Suape – Complexo Industrial Portuário, cuja finalidade era administrar a implantação do distrito industrial, o desenvolvimento das obras e a exploração das atividades portuárias. Hoje, o complexo é administrado pela estatal homônima, chamada Suape – Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros, vinculada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico de Pernambuco, por autorização do Governo Federal, pelo convênio firmado em 9 de abril de 1992.

O Complexo Industrial Portuário de Suape conta com um conglomerado de 83 empresas de capital nacional e internacional, em operação ou implantação cujos investimentos privados ultrapassam R\$ 74,5 bilhões. Juntas, as empresas situadas no Complexo empregam cerca de 17,5 mil trabalhadores diretos. As empresas atuam em onze ramos de negócios, são eles: Logístico, Granéis Líquidos e Gases, Naval e Offshore, Petroquímico, Pré-forma Plástica, Componentes Eólicos, Geração de Energia, Alimentos e Bebidas, Material de Construção, Metalmeccânico e Farmacêuticos. Espalhados pelo território, esses polos localizam Suape como um importante complexo industrial portuário no Nordeste, recebendo, distribuindo e exportando matérias-primas, insumos básicos e produtos acabados.

Já no coração do centro histórico Recife, ponto turístico da capital, um prédio de arquitetura moderna destoa em meio aos antigos edifícios coloniais de arquitetura holandesa. O Porto Digital, fruto de uma ação coordenada entre governo, academia e empresas, conhecido como modelo "Triple Helix", é um dos principais parques tecnológicos e polos de inovação tecnológica do Brasil, um dos representantes da chamada "nova economia do Estado de Pernambuco". O parque é gerenciado de forma privada por uma Organização Social (OS), o Núcleo de Gestão do Porto Digital (NGPD), e conta com incentivo do governo para desenvolver empresas nascentes nas áreas de economia criativa, tecnologia da informação e de desenvolvimento de *softwares*. São cerca de 171 hectares destinados à produção de *software*, serviços de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e *internet* das coisas (IoT). Por três vezes eleito o melhor parque tecnológico do Brasil nos anos de 2007, 2011 e 2015, pela Associação Nacional de Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec), atualmente o Porto Digital abriga mais de

350 empresas, organizações de fomento e órgãos do governo, com 17 mil profissionais e empreendedores. Em fevereiro de 2017, o Porto Digital inaugurou um novo prédio: o Apolo 235, um sobrado com 1.500 metros quadrados que reúne, em um único ambiente, construído com recursos do governo de Pernambuco e do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Atualmente, o Porto Digital concentra mais de 13 mil trabalhadores e está sob expectativa de dobrar seu faturamento em quatro anos. O orçamento atual é de R\$ 8 bilhões, gerados por cerca de 350 empresas. Segundo Pierre Lucena, em entrevista para o *Diário de Pernambuco*: “a coisa mais importante que produzimos aqui, do ponto de vista do produto, é a parte *mobile*. Hoje, 100% dos *smartphones* do Brasil têm tecnologia do Recife. Não por acaso, as grandes empresas do ramo da telefonia têm um pé aqui” (Losada; Danielle, 2021, s.p.).

O Porto Digital é reflexo também da formação de força de trabalho qualificada proveniente das universidades federais e estaduais, assim como da produção de conhecimento que advém de seu interior. No *ranking* de qualidade da educação formal do Portal da Indústria, Pernambuco aparece em 6º lugar, com nota 4,4 no IDEB¹⁴ (3º ano do Ensino Médio de 2021). Recentemente a UFPE (Universidade Federal de Pernambuco) ficou em 10º lugar no *ranking* de melhores universidades brasileiras, sendo a mais importante da região Nordeste. Desde os anos 1970, quando foi criado o curso de Ciência da Computação na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), a cidade forma um grande número de profissionais qualificados na área de TI, o que gerou um crescimento de empresas para servir a indústria local.

Segundo o diretor de inovação do Porto Digital, Guilherme Calheiros, em entrevista para a revista *Exame*, “entre os anos 70 e 80, Recife tinha se tornado uma referência regional na área de TI. Mas, com a crise dos anos 90, a cidade perdeu muitas empresas, que faliram ou foram compradas por outras e tiveram de migrar principalmente para as regiões Sul e Sudeste” (Exame, 2015, s.p.). Na época, Pernambuco se tornou um dos estados com o maior número de exportações de mão de obra qualificada do país, principalmente para o eixo Rio-São Paulo, e até para o exterior – o que exigiu um movimento para frear esta situação. Buscando criar uma contratendência à fuga de empresas e profissionais, foi criado o Centro de Estudos

¹⁴ O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica é um indicador criado pelo Governo Federal para medir a qualidade do ensino nas escolas públicas.

e Sistemas Avançados do Recife (CESAR), em 1996, localizado atualmente no Porto Digital. O CESAR é um centro privado de inovação que desenvolve soluções em todo o processo de geração de inovação em e com tecnologias da informação e comunicação. Com mais de 600 trabalhadores no último ano, o centro faturou R\$ 80 milhões.

Segundo o *Diário de Pernambuco* (Losada; Danielle, 2021), Recife foi destaque em um material publicado pelo portal internacional *Rest of World* como uma das seis cidades do mundo que lideram a construção do futuro da indústria de TI, ao lado de Lagos (Nigéria), Bangalor (Índia), Shenzhen (China), Tel Aviv (Israel), Medellín (Colômbia). A capital pernambucana é destacada na publicação pelo papel do *hub* de tecnologia do Porto Digital, que transformou o Recife em referência mundial. O material aponta que, ao contrário da expansão não planejada do Vale do Silício, o Porto Digital é uma iniciativa planejada, administrada pelo Núcleo de Gestão do Porto Digital (NGPD). Alunos qualificados são conectados a empresas com cadeias de abastecimento locais e produzem *startups* para investidores. "O futuro de Recife está em seu passado. A cidade antiga agora hospeda o Porto Digital, com o porto da era colonial e a sede do jornal local do século 19 (o *Diário de Pernambuco*) entre os 80.000 metros quadrados reparados e reformados em escritórios, espaços de *coworking* e, claro, cafés", diz o texto assinado por Priscila Bellini, da *Rest of World* (Recife [...] , 2021, s.p.).

Porém, para além do ambiente propício para o desenvolvimento tecnológico, a larga quantidade de força de trabalho qualificada, empregada em empresas de *startups* do Porto Digital, que, conjugado à formação histórica de Pernambuco, também produz um outro atrativo decisivo para as empresas de tecnologia. Segundo o *site* Glassdoor (acesso em 12 de maio de 2024), a média salarial dos profissionais em TI, em Recife, é R\$ 2.075, enquanto a média nacional é R\$ 5.070, mais que o dobro da capital pernambucana.

A tendência dos baixos salários nordestinos é a contraface do desenvolvimento desigual e combinado. Se, por um lado, citamos até agora o ambiente produtivo, tecnológico e logístico da RMR, agora abordamos as contradições sociais que sustentam e alimentam a lucratividade do polo industrial e tecnológico da Jeep Goiana.

Pernambuco está hoje entre os piores índices socioeconômicos do país, com a maior taxa de desemprego entre todos os estados, 14,2%, segundo dados

coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A pesquisa demonstra também que o trabalho informal está acima da média nacional, atingindo 48,8% da população, e com a média salarial em R\$ 1.369,50, menos que a metade da média nacional de R\$ 2.836. Recife também bateu recordes na pesquisa realizada pelo IBGE, em 2023, atingindo uma taxa 16,9% de desemprego. Além disso, o levantamento mostra que, ao todo, 833 mil pernambucanos chegaram ao final de 2022 sem saber ler e escrever. Entre os pretos e pardos a taxa de analfabetismo é de 12,1%; no grupo dos idosos 30,1%.

Outros índices revelam, de forma ainda mais estrutural, a desigualdade socioeconômica. O Boletim Desigualdade nas Metrôpoles de 2022 afirma que o Grande Recife tem o maior percentual de pessoas em extrema pobreza entre as regiões metropolitanas do país, e é considerada a capital com maior desigualdade socioeconômica do Brasil. Segundo estudo elaborado pelo Tribunal de Contas do Estado (TCE), apenas 40 cidades de Pernambuco (21,6%) possuem plano municipal de saneamento básico. De acordo com os dados disponíveis no painel, quase metade (46%) da água distribuída em Pernambuco é desperdiçada. Segundo o levantamento, 16% da população pernambucana vive sem abastecimento, enquanto 69% não têm acesso ao serviço de esgoto. Os percentuais correspondem, respectivamente, a 1,5 milhão e 6,6 milhões de pessoas. Sendo que mais da metade (50,83%) da água que deveria chegar nas torneiras do Recife se perde pelo caminho, e menos de um terço da população de Pernambuco (30,8%) têm acesso à coleta de esgoto.

Sob a promessa de trazer prosperidade econômica e emprego para a região, a instalação do polo industrial da Jeep em Goiana, com cerca de 80 mil habitantes, foi assinada, inclusive com forte propaganda desenvolvimentista do então governador do estado Paulo Câmara, contando, ainda, com a presença da então presidenta Dilma Rousseff no dia da inauguração.

Entretanto, este empreendimento, oferecido como um grande degrau no sonho da industrialização pernambucana, sob a propaganda da geração de empregos e desenvolvimento econômico para a região, parece verter-se em seu contrário. Os índices de produção industrial de Pernambuco aumentam junto com o PIB, mas os números que revelam o rendimento da população e da classe trabalhadora apontam para sentido oposto. É o que revela o artigo de Alexandre

Rands Barros, Economista, PhD pela Universidade de Illinois, publicado pelo *Diário de Pernambuco*.

Em 2002 e 2006 a indústria de transformação representava 9,6% e 10,5% do PIB do estado, respectivamente, segundo dados do IBGE. No entanto, em 2014, último ano antes do início do funcionamento das empresas, ela tinha recuado para 9,2%. Ou seja, esse é o patamar que pode indicar o início das operações dos dois empreendimentos, embora impactos já pudessem ser sentidos em vários setores industriais do estado por consequência do processo de construção das instalações. Em 2017, último dado do IBGE disponível, esse percentual atingiu 13,2%. Ou seja, após início operacional desses empreendimentos, houve uma reação da indústria local, certamente muito puxada por eles. O impacto desses empreendimentos na industrialização de Pernambuco é mais claramente percebido quando se observa os dados comparados à região Nordeste e ao Brasil. Entre 2006 e 2017, a proporção da participação da indústria de transformação no PIB de Pernambuco, quando se compara à mesma proporção para o Brasil, aumentou de 0,64 para 1,06. Ou seja, a industrialização relativa aumentou, pois a participação da indústria no PIB nacional caiu de 16,6% para 12,4%. Enquanto o Brasil se desindustrializou, Pernambuco se industrializou, mesmo que pouco, talvez menos do que sonhavam os pernambucanos. Também nos industrializamos em relação ao Nordeste, pois entre 2006 e 2017, houve uma evolução da proporção acima mencionada, só que agora para o Nordeste, de 0,99 para 1,38.

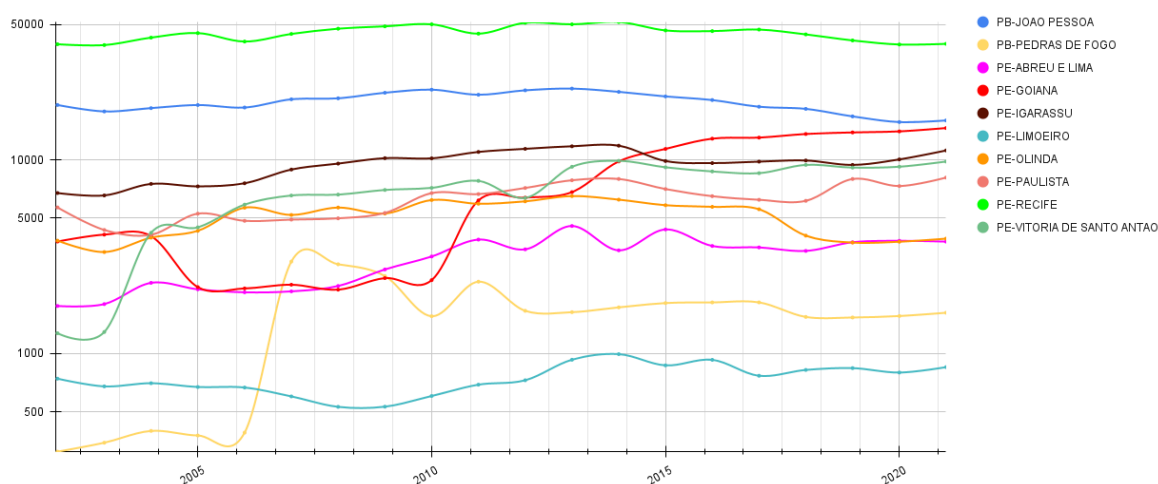
Esses números, quando postos juntos às comparações de desempenho de PIB, apresentadas na semana passada, parecem indicar que os dois empreendimentos citados, embora muito importantes para Pernambuco, não levaram a um crescimento diferenciado do estado. Além disso, se observarmos os dados de rendimento do trabalho por domicílio (PNAD Contínua, dados anuais), verificamos que houve queda da proporção do encontrado em Pernambuco, quando comparado ao estimado para todo o país e para todo o Nordeste. Entre 2014 e 2018, a proporção PE/BR caiu de 75,8% para 64,6%. A proporção PE/NE, por sua vez, caiu de 1,20 para 1,07. Ou seja, pioramos em relação ao resto do Brasil e do Nordeste em rendimento do trabalho. Isso significa que a maior industrialização do estado, provavelmente induzida por esses empreendimentos, não parece ter levado a melhor bem-estar da população. Os limites da indústria para desenvolver países e regiões já é bem conhecido na literatura econômica. Os impactos efetivos desses grandes empreendimentos provavelmente é mais uma evidência desses limites (Barros, 2019, s.p.).

As conclusões de Alexandre Barros também podem ser observadas ao analisarmos o impacto da instalação da Jeep Goiana no mercado de trabalho regional, em particular do ramo industrial, nos principais centros urbanos da redondeza. Ao analisarmos o Gráfico 44, que ilustra a série histórica de vínculos empregatícios industriais por cidade, veremos que, apesar do alto número de empregos neste setor em Goiana – equivalente ao número de postos de trabalho abertos pela Jeep –, pouco se alterou a composição deste ramo no mercado de trabalho das cidades vizinhas entre 2010 e 2021. Algumas cidades apontam uma tendência modesta de crescimento de vínculos industriais, como Igarassu e Paulista,

porém são cidades que já vinham de um processo de industrialização no início dos anos 2000, anterior à instalação da Jeep. Por outro lado, outros municípios apresentam tendências de queda de vínculos na área industrial, em especial as capitais João Pessoa e Recife, além de Olinda.

Gráfico 44 – Gráfico com comparação entre vínculos industriais nos municípios próximos de Goiana-PE

Vínculos industriais por município (2002-2021)



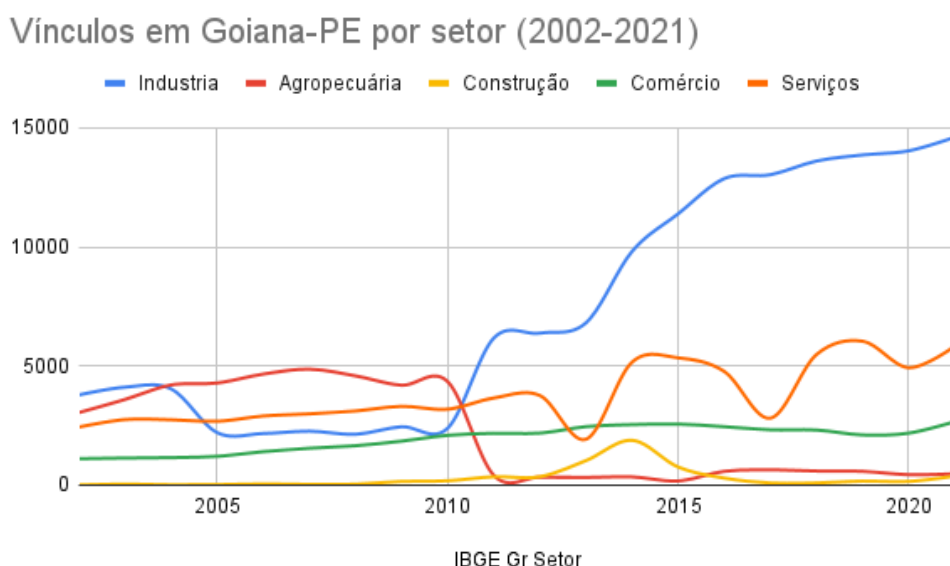
Fonte: CAGED, s.d.

No que se refere particularmente ao município de Goiana, embora este concentre bairros operários repletos de trabalhadores da Jeep, a cidade tampouco apresenta qualquer indício de prosperidade sadia e sustentável, pelo contrário. Estudos de Taynara Neves (2017) e Isabelle Araújo (2019) apontam aumento das contradições sociais na cidade após a implantação da fábrica, que além de receber redução de 95% do ICMS (Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços) e redução de 5% para 2% do ISS (Imposto Sobre Serviços), segue em constante sonegação e conflitos jurídicos por não pagamento de IPTU, acumulando um montante de R\$ 22 milhões. As pesquisas apontam, também, o enorme impacto ambiental da instalação do polo industrial, atingindo o florestamento e nascentes na região. A Jeep também demandou do município a proibição de qualquer construção no entorno de 2,5 km da fábrica para evitar qualquer condenação populacional e a exclusão dos feriados municipais.

Os impactos sociais da instalação da fábrica puderam ser sentidos desde sua construção, com enorme fluxo migratório, elevação galopante da especulação imobiliária, com imóveis quadruplicando seus valores, levando também a intensificação de processos de favelização, como é o caso do bairro chamado de “nova Goiana”. A demanda por atendimentos médicos também aumentou drasticamente devido à contaminação da água e do ar, mas também devido aos acidentes de trabalho (Neves, 2017).

No que diz respeito ao trabalho especificamente, podemos observar o gráfico da Gráfico 45 para analisar as transformações do mercado de trabalho em Goiana durante as duas últimas décadas.

Gráfico 45 – Gráfico com série histórica de vínculos trabalhistas por setor no município de Goiana-PE



Fonte: CAGED, s.d.

Percebemos um aumento qualitativo no número de vínculos no setor industrial em Goiana que tem início em 2010, quando ocorre anúncio oficial da instalação do polo industrial da Jeep, coincidindo com o fim de ciclo da *commodities* e a queda drástica dos vínculos na agropecuária. Entre 2012 e 2015, fase de construção do complexo fabril, notamos um pico e uma queda subsequente dos vínculos na construção civil. Em seguida, uma nova guinada vertiginosa ascendente de vínculos industriais pode ser verificada a partir de meados de 2014 até 2021, passando de 6.813 vínculos, em 2013, para 14.601. Um aumento de praticamente 8

mil vínculos industriais que podemos associar diretamente à instalação de Jeep na região, levando em conta que muitas empresas terceirizadas instaladas no complexo são registradas como prestadoras de serviço, ramo que, mesmo com as fortes oscilações que acompanham o pico de vínculos da construção civil durante a fase de construção e instalação, seguida de queda e um novo aumento após o início das operações de produção, mantendo uma tendência de crescimento. Podemos interpretar esta oscilação drástica dos vínculos de serviços, que inicia com a construção do polo e tem uma forte clivagem entre o fim da construção e o início da produção, com as mudanças de prestadoras de serviço correlatas às necessidades das distintas fases de instalação e produção do polo.

Neste sentido, a força de trabalho empregada na Jeep é absorvida das cidades vizinhas, mas também pelo trabalho precário na região de Goiana, especialmente advindo da franca decadência da indústria da cana e da agroindústria local.

É sabido que a trajetória ocupacional desses trabalhadores é bastante diversa. Na *website* da Jeep, percebe-se a autovalorização da empresa ao dar oportunidade para trabalhadores de atividades informais, como a pesca tradicional de mariscos, comércio ambulante, serviços domésticos, ou oriundos da atividade canavieira nos engenhos e nas usinas, entre outras. Entre os entrevistados da pesquisa assinalam-se trajetórias que passaram pelo primeiro emprego (sem experiência prévia), pela construção civil, e atividades industriais em cidades próximas, como Igarassu e Paulista (Ladoski, 2021, p. 121).

O emprego da força de trabalho local inexperiente é considerada como uma vantagem, sendo que para:

Stefan Ketter, então vice-presidente global de manufatura e responsável direto pela implantação da fábrica de Goiana, a falta de experiência industrial da força de trabalho representou uma oportunidade de formar o trabalhador dentro da filosofia que se queria implantar na fábrica (Ladoski, 2021, p. 121).

Nas palavras de Ketter durante uma entrevista, “a primeira e grande vantagem que tivemos aqui [em Goiana] foi treinar o pessoal do zero, sem vícios, para aquilo que queríamos. Encontrar mão de obra foi a nossa grande preocupação no começo” (Koutney, 2015, s.p.). Adauto Duarte, então diretor de recursos humanos do Polo Automotivo Jeep, ainda admitiu que o foco da seleção dos operários da Jeep não foi técnico: “o critério de seleção dos funcionários foi

puramente comportamental” (Riato, 2015, p. 30 *apud* Ladoski, 2021, p. 122). Sobre a estratégia utilizada na captação da força de trabalho, novamente nas palavras de Ketter, “olhando para o resultado hoje nunca imaginávamos que pudéssemos ter tanto sucesso” (Koutney, 2015). Ladoski (2021) ainda aposta na disciplina como um dos principais fatores da contratação.

Em termos práticos, segundo a coordenadora da Agência Pública de Emprego em Goiana, na época em que se faziam as primeiras contratações, o encaminhamento prioritário para as vagas era das pessoas que passavam pelos cursos de qualificação. De acordo com seu depoimento, na ocasião: “quem se destaca no curso já sai praticamente empregado”, que, em outras palavras, “são aqueles que, ao terminar suas tarefas, procuravam pelo professor para perguntar o que mais tinham para fazer; aqueles que não gostariam de perder tempo sem estar fazendo mais alguma coisa”. Para ela, “só o fato de concluir [o curso] já representa uma disciplina e uma boa vontade em aprender!” (Ladoski, 2021, p. 122).

Ladoski (2021) também relaciona, corroborando com nossa análise anterior, as tecnologias 4.0 e os preceitos de “flexibilidade” do capital variável, submetendo o trabalho vivo ao conceito da produção enxuta, com um dos elementos estratégicos na contratação da força de trabalho.

O alto investimento da FCA em tecnologia e sistema de produção altamente sofisticados tem por fundamento para seleção do trabalhador uma questão comportamental, de adesão à política da empresa (os pilares do sistema produtivo denominado World Class Manufacturing – WCM), através de atitudes proativas, responsabilidade, dedicação, vontade de acertar, capacidade comunicativa, desejo de aprender, de ensinar e ajudar os colegas, predisposição ao trabalho polivalente atuando em várias células quando necessário, ambição de querer algo mais do que um emprego, disponibilidade e motivação para atender aos chamados da empresa em momentos críticos da produção, mesmo que seja em finais de semana ou feriados (Ladoski, 2021, p. 123).

Sobre a dinâmica de contestação das condições de trabalho dentro da Jeep, segundo Ladoski (2021), embora exista uma ampla estratégia de constituir consentimento a partir dos *team leaders*, situações extremas fazem revelar o descontentamento suprimido no cotidiano. É o que revela um dos depoimentos presentes em sua pesquisa.

“Somos escravos!... A gente não vale nada! Eles pisam; eles fazem o que quiser! Não tem respeito algum pelo trabalhador! Depois que o garoto morreu, não passou meia hora a produção... tudo voltou ao normal! Pessoas na linha, aos prantos, tremendo... perdemos um amigo de trabalho e eles não têm respeito por nós. Não tem respeito algum por nós!! [pausa

chorando] A gente se sente nada! Não servimos para nada! A vida de nosso companheiro só valeu um minuto de silêncio” (Ladoski, 2021, p. 124).

Em um dos principais portões da Jeep, um grande placar informa a quantidade de horas que “a produção não paralisou devido a acidentes de trabalho”. Em uma primeira vista ingênua parece apenas como uma forma de medir os acidentes de trabalho, porém, assim como é evidenciado no relato oral do trabalhador na pesquisa de Ladoski, o placar informa o tempo parado de produção, preocupação explicitamente evidenciada pela empresa, e não de fato uma preocupação com os acidentes de trabalho.

Segundo o estudo de Davide Bubbico (2021), os critérios estratégicos adotados pela Fiat para instalar sua fábrica modelo em Goiana podem ser comparados à FCA em Melfi, na Itália, sua irmã mais velha italiana construída nos anos 1990. O estudo comparativo de Bubbico entre a unidade da Jeep de Goiana e a FCA de Melfi revela um padrão adotado pela FIAT. Para além do critério logístico da proximidade com o Porto de Suape, a força de trabalho qualificada, especialmente na área de TI oferecida por Recife, nacionalmente reconhecido pelo Porto Digital, e a grande quantidade de zonas não urbanizadas para evitar o processo de favelização no entorno da fábrica, como ocorreu na unidade da FIAT de Betim (MG), além do baixo nível de atividade e tradição sindical no ramo industrial e especialmente metalúrgico vigoraram como principais elementos estratégicos para a definição de Goiana como local de instalação da empresa (Teixeira, 1990).

Porém é a escolha de uma área *greenfield*, guardadas as diferenças entre o Nordeste brasileiro e o sul da Itália, o que define a principal estratégia empresarial: a redução da possível interferência sindical e o convencimento de que esse investimento é o único que pode resgatar econômica e socialmente uma área de baixos salários e alta desocupação.

Os primeiros estudos do caso Goiana (Ladosky, 2015a; 2015b) refletem o mesmo panorama presente vinte anos antes na Itália, quando da implementação da fábrica da Fiat em Melfi (Bubbico, 1996; Negrelli, 2000) e mais recentemente em outros países do sul e leste europeus (Bubbico, 2021, p. 28)¹⁵.

¹⁵ Tal padrão não é um caso isolado no Brasil, “Mas isso já não era exatamente uma novidade. Lembremos que a Fiat, em 1973, decidiu construir sua fábrica em Betim-MG, na contramão da Ford, VW, GM e outras montadoras concentradas em São Paulo. 35 anos depois, além dos benefícios fiscais, o fato de ser um território industrialmente ‘virgem’ e com fortes expectativas de crescimento econômico, deve ter influído na decisão de construir sua segunda fábrica em Pernambuco” (Bubbico, 2021, p. 28). Outros casos como Toyota, Nissan e Fiat, em conjunto com as chinesas e coreanas, também são exemplos deste padrão. Estas fábricas foram instaladas em municípios onde atualmente não há produção automobilística.

A descentralização das fábricas automobilísticas brasileiras do eixo sudestino, também marcado, por exemplo, pela Ford em Camaçari, inaugurada em 2001, também acompanha, em alguma medida, “o movimento das quatro fases da indústria automobilística nacional a partir dos anos 1990, a saber: 1) estagnação (1990-1992); 2) ascensão (1993-1997); 3) queda (1998-2003); e 4) retomada de investimentos (2004-2008)” (Silva; Bagattolli, 2021, p. 72).

Pernambuco, como analisamos previamente, viveu seu período de industrialização tardiamente se comparado ao Sudeste, dando contornos específicos para a luta de classes nesta região, com predomínio da organização dos trabalhadores rurais expresso emblematicamente pelas Ligas Camponesas e com menor protagonismo dos sindicatos urbanos, especialmente fabris. Enquanto, nos anos 1970-1980, o Sudeste vivia a ebulição do ascenso operário fabril e as disputas pela retomada dos sindicatos contra os interventores, durante as greves gerais contra a ditadura, conformando o caldo social e político para a formação da CUT, o Nordeste, e em Pernambuco particularmente, viveu um fenômeno de ebulição distinto.

Os tremores políticos produzidos pelas classes subalternas contra a ditadura e sua política de favorecimento do capital internacional frente à crise dos anos 1970 se faziam sentir por todo país. No Nordeste, e mais especificamente no estado pernambucano, o protagonismo social da luta se deu na zona rural, com a atuação das Ligas Camponesas e dos operários dos engenhos, onde se formaram sindicatos. Entretanto, o sindicato de trabalhadores metalúrgicos, ainda que tenha uma reorganização pela esquerda “contra os pelegos neste momento” (Nivalter, 2020, p. 178) não terá o mesmo protagonismo social que no eixo Centro-Sul.

Octávio Ianni (2019), ainda, chama atenção para a movimentação das classes subalternas, que através de greves do operariado da agroindústria canavieira, com novas lideranças, obrigando os usineiros a sentar-se à mesa de conversações, em uma movimentação correlata, ainda que em proporção menor, com as importantes greves operárias do Centro-Sul. De modo que, depois de muito tempo sem atividade política expressiva, as classes subalternas estavam novamente em um processo de ascenso político, ainda que tímido. Mas considerando o peso repressivo da ditadura, desde 1964, esse movimento de repolitização dos trabalhadores do campo e da cidade, através da greve dos trabalhadores da agroindústria canavieira, entre 1979 e 1980, foi significativo para o Nordeste e o Brasil. Para que se tenha dimensão, essa greve dos trabalhadores canavieiros, no período da safra, na Zona da Mata pernambucana, em 1979, mobilizou

cerca de 20 mil trabalhadores. No ano seguinte, uma nova greve, com adesão de 240 mil trabalhadores (Nivalter, 2020, p. 178).

Para Bubbico (2021), assim como em Melfi, este é o principal fator para a escolha do local pela FIAT: evitar os centros de concentração operária fabril com tradição sindical. Os contratos coletivos especiais negociados com os sindicatos dos metalúrgicos locais, específicos para estas plantas, são a expressão disso.

A construção destas fábricas geralmente afastadas dos centros urbanos e num ambiente eminentemente rural contribuiu para que os novos trabalhadores, chamados de “metal-meeiros”, demorassem a se identificar com a classe operária sindicalizada do norte da Itália, o que era um dos objetivos da empresa, obviamente, não declarados (Bubbico, 2021, p. 31).

Neste caso podemos fazer uma analogia entre a atividade sindical e operária do norte da Itália com a do sudeste brasileiro, no eixo Minas-São Paulo.

Se a “meridionalizzazione” da produção da Fiat na Itália, a partir dos anos 1960, é em parte incentivada pelas vantagens fiscais e aos aportes econômicos concedidos aos projetos de industrialização promovidos pela “Cassa per il Mezzogiorno” – uma estrutura similar à SUDENE no Brasil –, talvez o objetivo principal fosse a retomada do controle do processo e dos métodos produtivos, que nas fábricas do norte eram objeto de contínuos questionamentos por parte dos Sindicatos, o que gerava a necessidade de frequentes negociações, em uma minuciosa e detalhada série de acordos referentes a tempos de operação, condições de trabalho, tipo de ferramentas, que resultou no controle quase completo do processo por parte dos operários, pelo menos até a virada dos anos 1980 (Bubbico, 2021, p. 32).

Tal análise é confirmada pela pesquisa de Mário Ladosky (2021).

O Sindicato dos Metalúrgicos de Pernambuco (Sindmetal-PE) representa a categoria profissional em todo o Estado, mas só terá presença mais efetiva em Goiana a partir da instalação do Polo Automotivo. Sua fundação vem de 1935, mas sua atuação política manteve-se dentro dos estreitos limites de uma ação assistencialista e burocrática (Ferreira, 2014) até que um grupo de oposição sindical saiu-se vitorioso nas eleições de 1981, inspirando-se e construindo a Central Única dos Trabalhadores (CUT), à qual se mantém filiado até hoje (Ladosky, 2021, p. 120).

De forma sintética, o que podemos concluir é que, somadas às condições de precariedade do trabalho rural canavieiro e às contradições impostas pelo desenvolvimento desigual e combinado presente na “questão nordestina”, o complexo industrial de Goiana aparece, em um primeiro momento, como uma oportunidade de trabalho com carteira assinada para uma classe trabalhadora rural

que vivia do corte sazonal da cana, com salários extremamente rebaixados até mesmo frente às mais de 10 horas diárias de jornada de trabalho na Jeep – seis a sete vezes na semana se considerarmos a constante demanda por hora extra –, com uma remuneração ligeiramente maior que a de um salário mínimo.

4.6 JEEP GOIANA, UM MONSTRO INTELIGENTE DEVORADOR DE TRABALHO VIVO

A precarização é a tônica hegemônica das análises da transformação do trabalho desde os anos 1990 até a atualidade. Sendo que o estudo da precarização do trabalho ganhou ainda mais vigor a partir da crise de 2008, com a implementação das tecnologias 4.0, em especial no setor de serviços. Desta realidade não foge a Jeep Goiana, embora se apresente de forma particular, uma vez que as relações trabalhistas da indústria automobilística não sofreram os mesmos impactos que o setor de serviços, preservando relações laborais mediadas pela CLT, ainda que precarizadas pela terceirização e flexibilizadas pela reforma trabalhista.

Em contexto de crise capitalista, achatar o valor da força de trabalho através da redução de salários e direitos é parte intrínseca da dinâmica capitalista. O reordenamento econômico neoliberal mundial, que se tornou hegemônico justamente a partir dos anos 1990, visava, entre outros objetivos que mencionamos, desmontar os estados de bem-estar social e destruir os direitos conquistados no período anterior. Neste contexto, um dos signos dessa destruição foi a flexibilização das leis trabalhistas, ou seja, tornar os contratos trabalhistas mais flexíveis e subordinados às necessidades do capital. Não à toa uma das leis trabalhistas fundamentais aprovadas no Brasil é o banco de horas, que flexibiliza a quantidade de horas que a força de trabalho pode estar atuante, aumentando, diminuindo e se realocando ao longo do tempo – conforme as necessidades da produção.

Esta relação entre flexibilização dos direitos trabalhistas e a flexibilidade da produção enxuta, tendo como uma de suas vantagens competitivas a “redução de custos fixos”, é especialmente relevante para compreender o contexto da Indústria 4.0 na relação com a crise capitalista de 2008 que desenvolvemos no Capítulo 3. Como vimos, um dos signos atuais da reestruturação produtiva global em curso (Tonelo; Ramos, 2021), que engloba a implementação da Indústria 4.0, foram as reformas trabalhistas aplicadas largamente em todo mundo, inclusive no Brasil em

2017, pelo então presidente Michel Temer. Dentre os elementos que configuram a reforma trabalhista está o aprofundamento da flexibilização do contrato de trabalho e novas modalidades de contrato, espelhadas nas novas modalidades que foram impulsionadas por todo o mundo, como o contrato de 0 horas (Antunes, 2020). Estas modalidades, chamadas de *on demand* (por demanda), assim como o processo de uberização do trabalho, expressam o máximo da flexibilização, em que o trabalhador pode ser requerido a partir da exata medida de tempo necessário para o capitalista, pagando apenas a proporção salarial referente às horas trabalhadas ou por tarefas realizadas, ao passo que o trabalhador deve estar à disposição para atender ao chamado do empregador.

A remuneração por tarefa executada, ou então, por mercadoria produzida, é uma das formas mais arcaicas de relação salarial descritas por Marx em *O Capital* (2014), além de ser uma das mais brutais do ponto de vista da extração de mais-valia. Ricardo Antunes (2023) analisa a Indústria 4.0 e a aplicação de alta tecnologia relacionando-as com estas formas de assalariamento arcaicas do capitalismo. Seu argumento é que a tecnologia 4.0 reconstitui relações de trabalho dos primórdios do capitalismo.

Como evidenciamos anteriormente, a integração das tecnologias da Indústria 4.0 que consomem a lógica dos modelos produtivos anteriores, visando o aumento da exploração e a desvalorização da força de trabalho, expresso no rebaixamento salarial e na simplificação das operações manuais e repetitivas, também pode ser pensado do ponto de vista do desenvolvimento desigual e combinado, proposto por Leon Trotsky, em *História a revolução Russa* (2013). Este conceito permite compreender o modo como os elementos mais avançados da economia capitalista, inclusive os elementos técnicos, se fundem e se combinam com os elementos mais atrasados. Com este conceito, Trotsky busca, a princípio, dar conta dos destempos internacionais das formações dos estados capitalistas e das economias com a expansão deste modo de produção, do centro do capitalismo global para as periferias, especialmente aquelas que não passaram pelos processos clássicos da revolução burguesa e que mantinham formas sociais e econômicas dos modos de produção anteriores.

Porém, para nosso caso, também é válido compreendermos que o conceito de desenvolvimento desigual e combinado também é verdadeiro para entender a combinação de distintos momentos produtivos do próprio capitalismo. O

desenvolvimento técnico, neste sentido, é implementado e entrelaçado às técnicas e formas produtivas anteriores, de forma combinada, nos afastando de uma compreensão linear da história e do desenvolvimento técnico das forças produtivas. Podemos analisar este fenômeno na Jeep, na medida em que combina organizações e tecnologias produtivas do fordismo, toyotismo, produção enxuta e da Indústria 4.0 em um mesmo processo integrado.

O modelo de Indústria 4.0 da Jeep Goiana está, portanto, profundamente atravessado pelo desenvolvimento desigual e combinado. Uma vez que, como vimos, a estratégia adotada tem como principal objetivo aproveitar-se de um território com baixa atividade sindical e onde há mão de obra precarizada disponível pela zona canavieira de Pernambuco. Simplificando ao máximo as funções laborativas em que se emprega a força de trabalho, ao passo em que automatiza os processos técnicos que exigem experiência e qualificação profissional, as formas do processo produtivo precisam utilizar-se de modelos anteriores, como o fordismo, que tem como centro da atividade produtiva a força de trabalho. As tecnologias empregadas na Indústria 4.0 visam, desse modo, intensificar ao máximo a exploração do trabalho aperfeiçoando esses modelos.

O emprego de alta tecnologia no processo fabril da Jeep, ao contrário de elevar as demandas das capacidades técnicas da força de trabalho, ao contrário, embrutece e precariza a atividade laborativa. Os baixos salários também obrigam os trabalhadores a aceitarem horas extras, fato que, como está registrado na pesquisa de Taynara (2017), naturaliza trabalhar aos sábados e até mesmo aos domingos, assim como prolonga jornadas para mais de 8 horas diárias. A rotina extenuante na produção, somada às longas horas de deslocamento à empresa impõem aos seus funcionários toda uma lógica de “viver para o trabalho” (Neves, 2017, p. 88).

Podemos interpretar, então, que os índices de produtividade e qualidade, citados anteriormente, alcançados em tão pouco tempo, para além da implementação de Inteligência Artificial em instrumentos de qualidade, podem expressar a capacidade das tecnologias da Indústria 4.0 de extrair o máximo da força de trabalho mesmo em condições de extrema precariedade e baixa capacitação técnica. Ricardo Festi (2020), utilizando as análises do marroquino Benjamin Coriat (1996), compreende que a chamada Quarta Revolução Industrial inaugura novos meios e suportes, criados com a revolução digital, que possibilitam

um novo salto na automação, sendo o objetivo desta conseguir deslocar das mãos dos operários a atividade estratégica de ajuste e controle da maquinaria.

Neste sentido, podemos observar, no interior da Jeep Goiana, um retrato em movimento desta funcionalidade emaranhada com a precarização do trabalho e o rebaixamento salarial, em que “o saber fazer” se incorpora ao capital, nas ferramentas e maquinaria, transformando os trabalhadores em apêndices auxiliares. Citando Marx:

Com a ferramenta de trabalho, também a virtuosidade do seu manejo é transferida do trabalhador para a máquina. A capacidade de rendimento da ferramenta é emancipada das limitações pessoais da força humana de trabalho. No lugar da hierarquia de trabalhadores especializados que distingue a manufatura, surge na fábrica automática a tendência à equiparação ou nivelamento dos trabalhos que os auxiliares da maquinaria devem executar (Marx, 2019, p. 603).

Retomando a conclusão supracitada de Festi (2020), existe, ainda, outra modificação qualitativa com a aplicação da *Internet of Things* e das ferramentas inteligentes, também observadas por Augusto Pinto (2020) na Mercedes-Benz em São Bernardo do Campo, no que se refere ao controle do trabalho, seja do próprio trabalhador, seja dos processos e seus produtos. Para um exemplo telegráfico do controle produzido pelas tecnologias de *Big Data* sobre o trabalho, podemos mencionar as “apertadeiras”, ferramentas automatizadas para apertar parafusos, operacionalizadas pelos trabalhadores da linha de montagem. Este equipamento está conectado aos computadores do posto de operação, localizados em cada ponto de trabalho humano. Ao iniciar o turno, o operador realiza o *login* no computador, registrando que está assumindo o posto, de forma que todas as informações de produção realizadas por este trabalhador são automaticamente armazenadas no banco de dados, para posterior análise e processamento para a patronal. Um dos dados coletados pela “apertadeira” é o torque utilizado no aperto do parafuso. Esta informação é vinculada ao chassi do veículo que está sendo montado. Desta forma, caso este veículo venha a apresentar um defeito de qualidade ao final da produção, ou até mesmo após a venda, ocasionando um acidente devido àquele parafuso, por exemplo, é possível identificar pelo banco de dados qual operador o apertou, em que turno, em que hora, e qual foi o torque aplicado no aperto, abrindo assim a possibilidade de responsabilizá-lo individualmente pelo defeito, o que é utilizado pelos gestores como chantagem para a disciplina do trabalho.

Aqui também temos um salto qualitativo no que diz respeito à coerção do trabalho, em que a maquinaria inteligente passa também a incorporar a função de capataz, que Marx já identificava no século 19 como fundamental para que os trabalhadores se submetessem à disciplina fabril.

Do mesmo modo que um exército necessita de oficiais militares, uma massa de trabalhadores que coopera sob o comando do mesmo capital necessita de oficiais (dirigentes, gerentes) e suboficiais (capatazes, *foremen*, *overlookers*, *contre-maîtres*) industriais que exerçam o comando durante o processo de trabalho em nome do capital (Marx, 2014, p. 505).

A coerção, neste sentido, não é um mero detalhe, mas sim parte fundamental da extração de mais-valia. A capacidade de coagir a massa de trabalhadores para a realização de suas funções laborativas se torna um requisito estratégico para a exploração do trabalho em escala industrial. “Conforme a massa dos trabalhadores simultaneamente ocupados aumenta, aumenta também sua resistência, e com ela, a pressão do capital para superá-la” (Marx, 2014, p. 506.). Sendo assim, para implantar um modelo de Indústria 4.0, que aprofunde o controle e otimização da força de trabalho dentro dos parâmetros da *lean manufacturing*, ajustado aos segundos da maquinaria, para transferir o valor do capital investido, é imperativo o controle contínuo e ininterrupto da força de trabalho.

O fordismo e o toyotismo buscaram as suas formas de diminuir ao máximo a ociosidade e de manter o controle do tempo do trabalhador. Se, por um lado, o modelo de Indústria 4.0 da Jeep Goiana é incapaz de abolir a enorme contratação operária, por outro, as estratégias utilizadas de vigilância, competição, coerção etc. ganham a medição precisa da coleta de dados das ferramentas inteligentes que apontam a todo instante para os operadores sua própria produtividade em tempo real. A linha de produção em série imparável, por sua vez, impede qualquer fração de tempo ocioso, enquanto a vigilância que mede os movimentos dos trabalhadores através das operações realizadas por eles contabiliza suas ações registrando suas atividades laborativas. A coerção, elemento presente desde os primórdios da indústria capitalista, estratégica para condução do capital do processo produtivo, também é intensificada com as tecnologias da Indústria 4.0.

Na contramão das mistificações ideológicas de Schwab (2016), podemos compreender a centralidade do trabalho humano na produção de valor na cadeia produtiva da Jeep, não apenas em números de trabalhadores, mas também na

posição estratégica da produção de valor da Indústria 4.0. Stefan Ketter, membro do conselho executivo e vice-presidente global de manufatura da FCA, nos confirma essa interpretação ao afirmar, enquanto resultado extraordinário do modelo de Goiana, como já mencionado anteriormente, que cada operador gasta em média 70% de seu tempo de trabalho agregando valor ao produto, e o resto com ajustes e buscando componentes ou ferramentas, sendo esse o maior índice já conseguido por uma fábrica e, segundo o mesmo, é quase impossível avançar além disso (Koutney, 2015). Enquanto isso, nas montadoras japonesas, que são referência mundial de eficiência, esse percentual varia entre 60% a 65%. Em ambos os casos, torna-se igualmente evidente, portanto, a importância do controle do trabalho vivo na Indústria 4.0.

Porém, o controle do processo de trabalho na Indústria 4.0 presente na Jeep Goiana não se restringe ao controle individual do trabalhador, abarcando também o processo global da produção, no que Marx (2014, p. 504) chama de “direção” do trabalho cooperativo, que estabelece “a harmonia entre as atividades individuais” para que se “cumpra as funções gerais que resultam do movimento do corpo produtivo total em contraste com o movimento de seus órgãos autônomos”. Ou seja, no modo de produção capitalista, estamos falando, nas palavras de Marx, da “função de direção, supervisão e mediação” que “torna-se função do capital assim que o trabalho a ele submetido converte-se em trabalho cooperativo” (Marx, 2014, p. 504).

Do ponto de vista da supervisão, os *softwares* de gerenciamento da patronal na Jeep Goiana, sob o conceito New Plant Landscape, possibilitam observar remotamente os *status* em tempo real de cada linha, de qualquer lugar do mundo, via VPN (*Virtual Private Network*), não apenas seus parâmetros de produtividade, tempo, parada etc., mas também a oscilação dos sensores que coletam as informações, sendo possível assim acompanhar o movimento da maquinaria em suas etapas de produção.

As tecnologias da Indústria 4.0 integram o próprio processo produtivo através da *internet of things*, partindo da requisição dos veículos até após o consumo, como vimos no caso da certidão rastreada dos chassis. Desta forma, temos não somente um sistema digital que conecta a esfera produtiva à esfera do consumo, unindo suas pontas, mas também um processo automatizado da condução do trabalho coletivo e seus “órgãos autônomos”. Neste sistema, a compra ou a solicitação de um veículo

gera automaticamente uma ordem de produção, desencadeando todas as operações necessárias na cadeia produtiva, alcançando diretamente os painéis dos postos de trabalho, e também os CLPs (Controlador Lógico Programável) da maquinaria automatizada, além de recolher em tempo real os dados de produção. Ao mesmo tempo, se atualizam as previsões de fornecimento do material necessário, assim como a disposição da força de trabalho etc. Desta forma, temos um sistema de automação da gestão conectado ao maquinário, que aconselha a patronal, supervisiona a produção e dá ordens aos operários.

Encontramos, na Jeep Goiana, assim como na economia de plataforma, o que Araújo (2022) indica como um novo grau de subsunção do trabalho vivo ao capital na Indústria 4.0, não apenas no modo de produzir, mas no próprio modo de conduzir, conectar, gerir, controlar e, por que não, coagir a produção por parte do capital, em um processo de elevação da reificação, em que máquinas se conectam com máquinas e atribuem ordens aos trabalhadores humanos, dando um salto superior na inversão fetichizante do “mundo dos homens” para o “mundo das coisas” – o que poderia ser uma forma de interpretar o conceito *Internet of Things* (Rede/Comunicação de Coisas/Objetos).

Se os aplicativos de plataforma, através de seus algoritmos, conectam consumidores a trabalhadores que prestam serviço – como um usuário conecta-se à produção de um alimento e ao entregador que o transporta, por exemplo – de forma que a inteligência artificial aparece como um intermediador que ordena a execução do trabalho vivo, na Indústria 4.0 fabril, vemos o mesmo acontecer pelos sistemas ciberfísicos, mas com a intermediação acontecendo em uma cadeia produtiva gigantesca, que integra fornecedores de componentes e matéria-prima, robôs, maquinaria automatizada e o trabalho vivo.

Entretanto, na realidade este tipo de sistema, não é exatamente uma novidade dentro da indústria, sendo que dois dos seus componentes mais comuns atendem, respectivamente, pela nomenclatura ERP (*Enterprise Resource Planning*), em português, Planejamento Integrado de Recursos, e SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), em português, Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados. Estes *softwares* são sistemas de informação que interligam todos os dados e processos de uma organização. Porém, com o avanço da capacidade de armazenamento e processamento de dados dos processadores que constituem os *Big Datas*, junto ao desenvolvimento dos algoritmos de inteligência artificial, que

utilizam de *machine learning* e redes neurais, junto à sofisticação do *Manufacturing Execution System* (MES), Sistema de Execução de Manufatura, saltaram de serem bancos de dados que auxiliam a gestão para se tornarem uma automação algorítmica, assim se ajustando em tempo real à dinâmica do processo produtivo e às necessidades patronais, tal como ocorre na Jeep Goiana.

Desta forma, a Jeep Goiana se caracteriza como um modelo referência da Indústria 4.0, não somente pela utilização de maquinaria automatizada, nem apenas pela inteligência artificial, mas por conjugar as tecnologias dispostas para formar um sistema ciberfísico, onde o maquinário digital se integra ao maquinário físico, onde a automação algorítmica se funde à automação mecatrônica, transformando um complexo industrial de 52 mil m² em um único “*perpetuum mobile* industrial”, nas palavras de Marx (2014), conectado e gerido digitalmente. Assim, o capital, encarnado nos próprios meios de produção, é ferramenta de trabalho, de gestão e de condução do processo produtivo coletivo, assim como de coerção, que subsumindo o trabalho vivo, tem como objetivo atingir o máximo de produtividade e extrair o máximo de mais-valia. O monstro descrito por Marx (2014), em sua versão 4.0, adquire a inteligência em nuvem, sinapses digitais e um corpo mecatrônico.

A produção mecanizada atinge sua forma mais desenvolvida como sistema articulado de máquinas de trabalho movidas por um autômato central através de uma máquina de transmissão. No lugar da máquina isolada surge, aqui, um monstro mecânico, cujo corpo ocupa fábricas inteiras e cuja força demoníaca, inicialmente escondida sob movimento quase solenemente comedido de seus membros gigantescos, irrompe no turbilhão furioso e febril de seus incontáveis órgãos de trabalho propriamente dito (Marx, 2014, p. 560).

Na medida em que este “*perpetuum mobile*” ciberfísico aperfeiçoa a condução do processo produtivo, a sinergia das suas partes autônomas e individuais também intensifica o ritmo e a disciplina de trabalho através da coerção onipresente dos sensores e da maquinaria inteligente, elevando também a capacidade de extração de trabalho coletivo, ou seja, a parte do trabalho que não é a mera soma individual da força de trabalho. Ou seja, o trabalho social. A precisão dos processos automatizados e das ferramentas inteligentes, a otimização da produção controlada por IA e pelos olhos digitais da Indústria 4.0, a radicalização do *lean manufacturing*, a elevação da intensificação do trabalho e o estreitamento do que Marx (2014) chama de “poros do trabalho”, expresso no tempo em que cada trabalhador gasta

agregando valor ao produto, somados à coerção, à precarização do trabalho e aos baixos salários, combinando o moderno e o atrasado, geram, ao final, a produtividade excepcional do modelo de Indústria 4.0 da Jeep Goiana.

De outro ponto de vista, a condução do processo produtivo ganha autonomia da “intervenção humana” dos oficiais fabris, através da objetivação da racionalização da produção capitalista, agora integrada aos componentes digitais da maquinaria por meio da inteligência artificial. Neste sentido, segundo Wecio Araújo (2022), a gestão algorítmica da produção funde a condução produtiva ao capital fixo enquanto trabalho intelectual morto, elevando o grau de alienação estranha do trabalho e subsunção da força de trabalho a um novo patamar no interior fabril.

Na sociedade capitalista contemporânea, a arquitetura indivíduo-máquina, na interface do processo produtivo, vem evoluindo na forma de complexos sistemas digitais de controle amplo e distribuído do trabalho socialmente combinado. Deste modo, processos analógicos e digitais são executados sob a gestão algorítmica, consolidando e aprofundando as consequências sociais decorrentes do desenvolvimento tecnológico das forças produtivas. No contexto da Indústria 4.0, chegamos ao momento no qual o trabalho morto vem se tornando cada vez mais autônomo perante o trabalho vivo, à medida que as máquinas começam a aprender e interagir entre si de maneira automatizada, por meio da inteligência artificial e da *internet* das coisas (da sigla em inglês IoT: *internet of things*) [...]. Este processo faz surgir a interface máquina-máquina que, em alguns casos, já é capaz de dispensar quase que completamente a atuação humana direta (Araújo, 2022, p. 4).

Entretanto, como vimos anteriormente, as contradições inerentes do modo de produção capitalista comprimem temporalmente, sob o aparato digital, as relações de trabalho das mais diversas etapas do capitalismo, em que a atividade da força de trabalho é indispensável para a produção de mais-valor. Por fim, as automações algorítmicas, enquanto trabalho morto na forma de capital fixo, coordenando os processos produtivos, atuam enquanto maximizadores da produtividade e da exploração do trabalho para a produção de mais-valia.

Conjugando o enorme desempenho produtivo pelas tecnologias instaladas no polo industrial da Jeep Goiana, que permitem também a contratação de enorme força de trabalho sem necessidade de especialização para sua operação e os baixos salários pagos aos trabalhadores, podemos realizar um simples cálculo especulativo a fim de ilustrar a enorme lucratividade deste empreendimento a partir da exploração da força de trabalho, utilizando apenas as informações públicas.

Considerando a produção informada de mil carros por dia, considerando que todos sejam apenas do modelo mais barato, R\$90 mil, e uma jornada de trabalho que não conte as horas extras, ou seja, apenas de oito horas em cinco dias na semana, considerando em média vinte dias no mês, temos a produção equivalente a R\$1,8 bilhões mensais. Se considerarmos a massa da força de trabalho em 14 mil trabalhadores, entre efetivos e terceirizados, ganhando R\$6,6 mil, salário mínimo considerado necessário para o DIEESE, resulta em uma massa salarial de apenas R\$92,4 milhões mensais, restando mais que R\$1,7 bilhões para lucro e despesas. Com a produção apenas do modelo mais barato produzido neste complexo industrial, com apenas um dia de produção, é possível pagar o salário mensal de toda a força de trabalho, usando como base o salário mínimo calculado pelo DIEESE. Porém, devemos lembrar que a ampla maioria dos trabalhadores não recebe o salário mínimo de R\$6,6 mil, indicado pelo DIEESE, mas, sim, em torno do atual salário mínimo fixado em R\$1,32 mil. Este cálculo, ainda que grosseiro, permite visualizar uma boa imagem da ampla taxa de extração de mais-valia.

Por outro lado, assim como Marx (2014) compreende que o desenvolvimento das forças produtivas, sob a égide do capital, está aprisionado pela necessidade imperiosa da extração de mais-valia, este também vislumbra o potencial revolucionário do desenvolvimento das forças produtivas para a emancipação humana, na medida em que esta possa se libertar da propriedade privada e passar a operar para satisfazer as necessidades da reprodução da vida social. Nossa interpretação para a Jeep Goiana caminha no mesmo sentido, compreendendo que se extinguirmos o lucro e dividirmos as horas de trabalho necessárias para reprodução da força de trabalho, as possibilidades do livre desenvolvimento das forças produtivas, enquanto fruto do trabalho humano e, no capitalismo, fruto do trabalho efetuado pela classe trabalhadora, tem impactos não para um futuro longínquo, mas imediatos.

Podemos, assim, realizar uma nova conta para fins ilustrativos, dividindo o lucro de R\$1,7 bilhões pelo montante salarial referente a 14 mil trabalhadores, força de trabalho necessária para mover o complexo industrial, recebendo o salário do DIEESE, de R\$6,6 mil, resultando em R\$92,4 milhões mensais, seria possível empregar 18 contingentes de trabalho, de modo a gerar cerca de 252 mil empregos. Se considerarmos que o último CENSO de 2010 registrou 707.886 pessoas economicamente ativas na cidade de Recife, e a última pesquisa do IBGE, realizada

em 2023, registrou índice de 16,9% de desemprego, ou seja 119.632 pessoas desempregadas, com a divisão da jornada de trabalho seria possível acabar com o desemprego na capital pernambucana, com um salário de R\$6,6 mil, e jornadas de trabalho de cerca de 36 horas mensais.

A imagem produzida por esses cálculos, ainda que grosseiros e meramente ilustrativos, evidenciam não somente o papel reacionário da propriedade privada dos meios de produção e a apropriação privada da riqueza através da extração de mais-valia, bem como o aprisionamento das forças produtivas decorrente do modo de produção capitalista no que tange à libertação da humanidade das necessidades materiais de reprodução da vida social; mas também atualizam o programa revolucionário do marxismo para construção de uma sociedade transicional para o comunismo, o socialismo, a partir da abolição da propriedade privada dos meios de produção.

Dentre o arsenal programático oferecido pela tradição do marxismo revolucionário, para responder à espoliação da Indústria 4.0 tal como se expressa na Jeep Goiana, ganham especial relevância e atualidade o programa da planificação da economia e a divisão das horas de trabalho com redução da jornada sem redução de salário. Tal programa evidentemente só poderia ser levado a cabo até o final pela ação revolucionária independente da classe trabalhadora, através da auto-organização e construção de um estado operário (Trotsky, 2023). Tais proposições programáticas, construídas para armar politicamente a classe trabalhadora contra as contradições do modo de produção capitalista, especialmente na etapa de decomposição capitalista em sua fase imperialista, de crises guerra e revoluções, estão presentes na elaboração teórica de Leon Trotsky (2023), em *O Programa de Transição*.

A premissa econômica da revolução proletária já alcançou, há muito tempo, o ponto mais elevado possível de ser atingido sob o capitalismo. As forças produtivas da humanidade deixaram de crescer. As novas invenções e os novos progressos técnicos não conduzem mais a um crescimento da riqueza material. As crises conjunturais, nas condições da crise social de todo o sistema capitalista, oprimem as massas com privações e sofrimento cada vez maiores. O crescimento do desemprego aprofunda, por sua vez, a crise financeira do Estado e mina os instáveis sistemas monetários. Os governos, tanto democráticos quanto fascistas, vão de bancarrota à bancarrota (Trotsky, 2023, p. 39).

O *Programa de Transição*, de Leon Trotsky (2023), busca, portanto, responder de forma revolucionária às raízes da crise social capitalista aqui desenvolvidas, ou seja, a contradição entre o desenvolvimento relativo da técnica e das forças produtivas e a decomposição da condição de vida social da classe trabalhadora e o conjunto da sociedade. Tão mais se aprofunde a recessão capitalista mundial, os conflitos militares e geopolíticos internacionais, em contraste ao aumento da espoliação da classe trabalhadora; e, na medida em que “a própria burguesia não encontra saída” (Trotsky, 2023, p. 39) para sua crise internacional e substituição do padrão de acumulação neoliberal em decadência, mais vigentes se tornam as contribuições programáticas da planificação da economia, divisão das horas de trabalho e abolição da propriedade privada dos meios produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo dos capítulos e do processo de investigação de nossa dissertação pudemos chegar a conclusões parciais, tendências e hipóteses acerca da Indústria 4.0 no caso da Jeep Goiana, relacionando-a ao contexto nacional e internacional da indústria automobilística, assim como ao cenário geopolítico e econômico internacional do pós-crise de 2008, impulsionador da atual reestruturação produtiva em curso.

As conclusões parciais e iniciais que encontramos na nossa investigação foram necessárias para construir um entendimento processual e histórico da Indústria 4.0 e seu significado enquanto tendências concretas em desenvolvimento. Por outro lado, o estudo bibliográfico de autores que tocam este tema foi de crucial importância para partirmos de conclusões e hipóteses já existentes, nos auxiliando a confirmar e problematizar nossas próprias interpretações, bem como aquelas que foram apresentadas por estes autores a partir da análise do nosso objeto. Também utilizamos de dados secundários para obtermos uma visão mais geral de nosso tema, para além daqueles que nos foram oferecidos empiricamente através de observações.

A construção teórica a partir deste cruzamento bibliográfico e de dados secundários, colocados em contraste com nosso objeto, nos permitiu não apenas melhor compreendê-lo como também lançar nova luz às produções teóricas já elaboradas acerca do tema, expandindo-as, assim como nos levou a estender a compreensão de categorias do marxismo para o atual estágio do desenvolvimento das forças produtivas – em particular, as tecnologias 4.0.

Neste último capítulo de considerações finais, buscaremos, portanto, realizar um compilado das principais inferências interpretativas que realizamos ao longo de nossa investigação, assim como trazer as principais conclusões que podemos apontar a respeito dos objetivos iniciais de nossa pesquisa. Essas conclusões, longe de terem pretensão de estarem acabadas, têm como intenção expressar o avanço investigativo propiciado por nossa pesquisa, oferecendo uma interpretação a partir destas de nosso objeto, enquanto contribuições para o estudo acerca do tema. Desta forma, as interpretações e conclusões alcançadas em nossa pesquisa podem ser questionadas, utilizadas e colocadas à prova da história em suas fases

subsequentes, assim como em novas produções e investigações acerca da Indústria 4.0 no bojo da atual reestruturação produtiva global.

Para fim esquemático, seremos objetivos e apontaremos, daqui em diante, em forma de síntese, as principais inferências presentes no desenvolvimento de nossa investigação.

Ao contrário das premissas apontadas para a Indústria 4.0 por seus entusiastas, a eliminação total ou majoritária do trabalho humano não vem sendo uma tendência na Jeep Goiana e demais fábricas automotivas modernas no mundo. Ao contrário, a Jeep Goiana concentra enorme força de trabalho, cerca de 14 mil trabalhadores em um único complexo industrial, formando uma das maiores concentrações operárias em uma única planta no território brasileiro.

O processo de informatização da indústria automotiva moderna, nas plantas de linha de montagem onde há maior aplicação tecnológica, que foi a base para a interconectividade informacional fabril, vem se desenvolvendo desde os anos 1990. Já o processo de robotização e automatização vem se desenvolvendo desde os anos 1980, em atividades em que o fator ergonômico resulta em baixa produtividade, no caso de emprego da força de trabalho, como é o caso da solda e da pintura, ou em casos em que o trabalho vivo não é capaz de realizar as operações necessárias do processo, devido à dimensão das energias envolvidas, como é o caso das prensas.

Uma vez que a automatização e robotização de processos de produção da indústria automotiva, como solda, prensa e pintura, já vem ocorrendo em larga escala, desde os anos 1980, sem grandes transformações em relação ao observado na Jeep Goiana em termos de proporção entre trabalho vivo e trabalho morto, as tecnologias 4.0 aplicadas neste segmento, mais do que elevar o nível de automatização e substituição da força de trabalho, garantem maior produtividade em termos de precisão, velocidade, versatilidade, gerenciamento, encadeamento logístico e coordenação automatizada do processo produtivo.

A linha de montagem é onde se concentra a maior parte da força de trabalho na Jeep de Goiana, esta constatação segue a tendência internacional da indústria automotiva desde os anos 1980, mantendo nesta etapa produtiva grande proporção de trabalho vivo de forma praticamente inalterada na Indústria 4.0. As tentativas de elevar o nível de automação destes setores encontraram dificuldades competitivas em relação às montadoras que mantiveram elevadas as proporções do emprego da

força de trabalho neste setor, apostando na flexibilidade do trabalho vivo e aplicando os preceitos da produção enxuta para elevar a produtividade.

O emprego do trabalho vivo se mantém como um requisito indispensável na indústria automobilística internacional, até mesmo no contexto da Indústria 4.0 e nos modelos mais modernos do mundo, como é o caso da Jeep Goiana, na medida em que é a força de trabalho quem produz valor às mercadorias, além de ser, por meio de sua exploração, a fonte de extração de mais-valia, único meio para expansão do lucro através do incremento da produtividade do trabalho, prolongando o tempo da jornada de trabalho não paga ao trabalhador.

Em termos de produtividade, no que tange à capacidade de versatilidade, flexibilidade, intensificação da produção e adaptabilidade, o trabalho vivo segue superando as tecnologias de automatização e robotização na indústria automotiva, mesmo em contexto da Indústria 4.0.

Neste sentido, nas etapas produtivas, em que a força de trabalho é largamente empregada, a Indústria 4.0 utiliza-se da tecnologia para elevar a produtividade do trabalho vivo, através de ferramentas inteligentes, que retiram autonomia do trabalho, deslocando o saber fazer e a condução do processo para o maquinário, sofisticando o controle do trabalho através da coleta de dados por meio dos componentes informacionais e digitais. Por estes mesmos meios, também otimizam o processo de condução do trabalho coletivo, intensificando a produção e extraíndo mais-valor da cooperação do trabalho, utilizando da inteligência artificial, da automação algorítmica e da automação do gerenciamento produtivo para transmitir ordens para os trabalhadores nas linhas de produção, por intermédio de equipamentos informacionais.

Na medida em que a operacionalização das atividades produtivas passa a estar determinada pelas ferramentas e maquinaria inteligentes, existe uma elevação da alienação do trabalho e da subsunção do trabalho ao capital, além da reificação da condução do trabalho subordinado à condução automatizada dos processos produtivos entre máquinas (M2M). Por outro lado, na medida em que o saber fazer se integra à maquinaria e às ferramentas inteligentes, há também um aumento qualitativo na simplificação do trabalho, permitindo que a Indústria 4.0 utilize de força de trabalho precarizada de regiões com baixo nível de especialização técnica, como é o caso da Jeep Goiana.

Entretanto, embora o controle da força de trabalho nas decisões de condução do processo produtivo tenha diminuído qualitativamente, a posição dos trabalhadores na linha de montagem automobilística segue mantendo sua estratégica na Indústria 4.0, seja do ponto de vista numérico, seja do ponto de vista da capacidade de paralisar a produção, além de seu caráter insubstituível, do qual o capital é dependente. Portanto, a classe trabalhadora segue no centro do processo produtivo na Jeep Goiana, sendo que seu principal ganho de produtividade é medido pelo tempo em que a força de trabalho passa agregando valor ao produto.

O modelo da Indústria 4.0 da Jeep Goiana, considerado um dos mais modernos do mundo e referência internacional de produtividade na indústria automobilística, utiliza todas as tecnologias 4.0 elencadas pelo Portal da Indústria. Seu modelo produtivo, no entanto, não se caracteriza apenas pela soma individual destas tecnologias aplicadas isoladamente no processo produtivo, mas, sim, a partir da intercomunicabilidade destas tecnologias, que – combinadas – produzem sinergias que conformam um todo superior à soma de suas partes. Este todo, que pode ser sintetizado como um espaço ciberfísico, consiste em produzir uma dimensão digital do processo produtivo conectado e fundido ao maquinário fabril. Neste modelo, as principais tecnologias operantes para formar o espaço ciberfísico são: a *Internet* das Coisas, o *Big Data*, a *Internet* em Nuvem, a Automação Algorítmica e a Inteligência Artificial.

A inteligência artificial se caracteriza enquanto um tipo particular de automação algorítmica, que vem se mostrando como a tecnologia mais dinâmica e mais disruptiva no contexto da Indústria 4.0. Para além de trazer precisão às automações, seu principal papel dentro do modelo de Indústria 4.0 da Jeep Goiana é automatizar a condução do processo produtivo a partir dos dados coletados e processados em tempo real, disparando previsões e instruções para a produção e coordenando a cadeia logística e de suprimentos. Assim, as demais tecnologias 4.0 sustentam as automações algorítmicas e as inteligências artificiais, garantindo coleta, processamento de dados e envio de informações por todo o complexo fabril.

As tecnologias da Indústria 4.0 são incorporadas, portanto, ao processo produtivo enquanto trabalho morto e bens de capital, reconstituindo os meios de produção e a propriedade privada, que passa a ganhar dimensão digital e imaterial, como é o caso do algoritmo. A coordenação do trabalho coletivo é incorporada ao

maquinário digital, tornando-se componente do capital, não apenas em sua dimensão material, mas também em sua dimensão digital.

A Indústria 4.0, entretanto, não rompe com os preceitos da *lean manufacturing*, mas, sim, os aprofunda, dando novas dimensões para o conceito da produção enxuta. A partir da intercomunicabilidade do espaço ciberfísico e da operação das automações algorítmicas, o objetivo fundamental da Indústria 4.0 é otimizar a produção, elevar a produtividade através da coordenação das atividades produtivas, de forma flexível, adaptável e, principalmente, elevando a produtividade da força de trabalho.

Entretanto, os processos produtivos fabris da Jeep Goiana tampouco eliminam padrões e operações típicas do fordismo e do toyotismo. O desenvolvimento da linha de produção fabril é produto de um processo histórico e incorpora elementos das reestruturações produtivas anteriores, comprimidos espacial e temporalmente, agora coordenados pela intercomunicabilidade da Indústria 4.0.

Partindo, entretanto, de que o modelo de Indústria 4.0 da Jeep Goiana é caracterizado pela sinergia do conjunto das tecnologias 4.0, incorporando todos os itens listados pela pesquisa do Portal da Indústria, esta faz parte dos apenas 1% da indústria brasileira que hoje atinge esse patamar. Mesmo que possamos constatar que houve ciclos de inversão tecnológica na indústria brasileira, particularmente automotiva, incorporando, pontualmente, algumas das tecnologias 4.0, a maior parte da indústria nacional não pode ser caracterizada como participante deste modelo, uma vez que ainda está alcançando os patamares dos anos 1990 da grande indústria internacional. Também não há uma tendência de transformação qualitativa deste cenário, uma vez que a dependência brasileira de importação tecnológica para acompanhar os ritmos da grande indústria internacional é um obstáculo significativo e agravado pelas atuais condições econômicas nacionais e internacionais. De tal forma que as poucas indústrias que hoje alcançam patamares elevados de tecnologia 4.0 são grandes empresas multinacionais instaladas em território nacional.

A Indústria 4.0, como parte da reestruturação produtiva, no que tange à indústria de transformação fabril, não vem apontando até o momento uma contratendência relevante ao decréscimo do PIB nacional industrial, ou ao

processo de relativa desindustrialização, especialmente quando se refere a produtos de bens de consumo e alto valor agregado.

As grandes empresas multinacionais que utilizam do modelo de Indústria 4.0 tendem, portanto, a serem ilhas tecnológicas 4.0 em meio ao contexto industrial brasileiro, agregando novos elementos de desenvolvimento desigual e combinado ao cenário socioeconômico nacional. Longe de ser contraditório, este movimento, assim como é típico das leis do desenvolvimento desigual e combinado, se beneficia e retroalimenta a Indústria 4.0, que consome força de trabalho precarizada e com baixos salários, como é o caso do complexo industrial da Jeep em meio ao canavial de Goiana, em Pernambuco. Contribuem para esta tendência o fato de que fábricas como a Jeep Goiana não exigem maior qualificação profissional para sua operação, sendo que, em certa medida, exigem ainda menos qualificação da força de trabalho na linha de montagem, onde se concentra a maior quantidade de trabalhadores que os modelos anteriores.

O distanciamento de Pernambuco do eixo Sudeste, expoente do sindicalismo brasileiro nos anos 1980, também garante salários mais baixos e menor atuação sindical, expresso através da diferença de contratos coletivos entre a Jeep Goiana e a Fiat Betim. A Jeep Goiana, portanto, aproveita-se do desenvolvimento desigual e combinado pernambucano, onde há altos índices de desemprego e precarização do trabalho, além de salários qualitativamente mais baixos que a média nacional, ao passo que também oferece a proximidade do Porto Digital, referência internacional de tecnologia, e do Porto de Suape, posição logística estratégica para escoamento da produção e recolhimento de matéria-prima e produtos intermediários de produção.

A localização escolhida pela Jeep Goiana, assim como a decisão atípica ao modelo flexível de concentração de cerca de 80% da produção dos automóveis em um único polo, estão associadas às vantagens do desenvolvimento desigual e combinado de Pernambuco. Porém, o Porto de Suape também tem especial valor no contexto de crise logística global e conflitos militares e econômicos intercapitalistas, tal como a guerra na Ucrânia e a expansão colonial do Estado de Israel sobre a Faixa de Gaza e Oriente Médio. Sendo tais aspectos componentes determinantes da reestruturação produtiva global em curso, e da reconstrução de cadeias de suprimentos.

A produção enxuta e os preceitos da *lean manufacturing*, aprofundados pela Indústria 4.0, reatualizam suas dimensões estratégicas para a concorrência intercapitalista em meio ao cenário recessivo, com horizontes de incertezas econômicas e geopolíticas.

A atualização dos conflitos e as disputas interimperialistas, pós-crise de 2008, com a crise da hegemonia norte-americana e a ascensão da economia chinesa, marcam a reestruturação produtiva global e a própria concepção da Indústria 4.0 no estado alemão. A etapa do triunfalismo neoliberal passa por um processo de rupturas e continuidades em sua atual etapa decadente impulsionada pela estagnação econômica global. A estabilidade da ordem neoliberal marcada pela cooperação internacional, por relações multilaterais e pela gerência imperialista – em especial, norte-americana –, através das instituições internacionais, como FMI, ONU e Banco Mundial, agora dá lugar ao acirramento de conflitos geopolíticos, econômicos e militares, acirramento das competições interestatais e instabilidades crônicas em meio à ascensão da extrema direita mundial.

A precarização neoliberal do trabalho que destruiu direitos conquistados nas décadas anteriores, como o Estado de Bem-Estar Social na Europa e conquistas salariais no Brasil, agora avança para recompor relações de trabalho dos primórdios do capitalismo, retrocedendo sobre o reconhecimento do vínculo trabalhista e da CLT, e oferecendo remunerações estritamente referentes ao tempo de trabalho produtivo efetivo ao capital, como foi típico na remuneração por produto confeccionado.

No Brasil, tal retrocesso se manifesta na reforma trabalhista de Michel Temer e na atual PL da uberização, assinada pelo atual presidente Luiz Inácio Lula da Silva, legalizando a modalidade de trabalho uberizado. A manutenção da reforma trabalhista e a lei da terceirização irrestrita também são componentes da destruição dos direitos trabalhistas conquistados desde os primórdios do capitalismo durante a história de luta da classe trabalhadora.

A incursão do capital em esferas de trabalho que, até então, não eram diretamente subsumidas pela propriedade privada dos seus meios de produção, através da automação algorítmica e da inteligência artificial, produz a expansão do proletariado e alargamento da proletarização da divisão social do trabalho, na medida em que os meios de trabalho e de produção passam a ser configurados

enquanto propriedade privada, criando monopólios, especialmente no setor de serviços e logística.

Desta forma, as tecnologias da Indústria 4.0 promovem a elevação e a expansão da intermediação do capital entre a classe trabalhadora e o produto de trabalho, concentrando e centralizando a gestão nas mãos dos detentores da propriedade privada dos meios de produção.

Os setores atomizados da classe trabalhadora se tornam, portanto, especialmente vulneráveis à reconstituição de relações de trabalho antecedentes ao histórico de luta da classe trabalhadora, na medida em que o capital, em sua forma digitalizada, passa a intermediar, enquanto propriedade privada, suas relações de trabalho, se interpondo entre o trabalhador e o produto de seu trabalho. As formas jurídicas destas relações de trabalho contornam as leis trabalhistas por meio dos contratos digitais de trabalho, criando contratos e relações trabalhistas sem intermediação de sindicatos, organizações da classe trabalhadora e os direitos de classe conquistados, como a CLT.

A inteligência artificial, na medida que é incorporada não apenas enquanto ferramenta de trabalho, mas também enquanto propriedade privada dos meios de produção, passa a apontar tendências para a proletarização e a precarização do trabalho intelectual, na mesma medida em que oferece o aumento de produtividade destas atividades e, portanto, seu barateamento.

A subordinação das atividades intelectualizadas e atomizadas da divisão social do trabalho às automações algorítmicas e à inteligência artificial remonta às relações industriais de exploração do trabalho e à subordinação do trabalho enquanto membro auxiliar, dispensável e substituível da maquinaria capitalista. Desta forma, a forma tipicamente capitalista de produção, conformada na esfera produtiva e industrial, tende a romper as fronteiras da fábrica, alcançando a esfera da circulação e dos serviços e ameaçando as atividades intelectualizadas da divisão social do trabalho.

Entretanto, assim como o desvio e a derrota do proletariado nos principais processos de luta de classes da última etapa histórica permitiram até este momento a precarização do trabalho e a destruição de suas conquistas das décadas recentes, fase esta que denominamos de neoliberalismo, as tendências em curso, de expansão da reestruturação produtiva global aos moldes das tecnologias da Indústria 4.0, só podem ser concretizadas plenamente mediante a intermediação da

luta de classes. Ou seja, os conflitos entre capital e trabalho internacionalmente são e serão determinantes para dar as formas concretas das relações de trabalho futuras.

Do ponto de vista da luta de classes e do conflito entre capital e trabalho, ainda que se prepondere atraso subjetivo e a desorganização da classe trabalhadora enquanto determinação fundamental para a conformação de novas formas arcaicas de exploração capitalista, em termos de forças objetivas, a Indústria 4.0 propicia concentração, massificação e localização estratégica do proletariado fabril, expansão e aglutinação do proletariado atomizado, proletarização de atividades intelectualizadas e liberais, interconectividade internacional da classe trabalhadora através da propriedade privada, dos meios de produção e tecnologias da Indústria 4.0.

A decadência do capitalismo internacionalmente e suas tendências autodestrutivas reatualizam a época do imperialismo, de guerras, de crises e de revoluções, em contraste com a elevação relativa das forças produtivas, da técnica, da produtividade do trabalho e da socialização internacional do trabalho coletivo. Desta forma, se coloca um novo marco para as condições também de superação do capitalismo, evidenciando-se o caráter reacionário da propriedade privada dos meios de produção, e a emergência de uma revolução social protagonizada pela classe trabalhadora. As tecnologias da Indústria 4.0, enquanto fruto do trabalho humano e produto da atividade da classe trabalhadora, na medida em que se libertam da propriedade privada dos meios de produção e da imperiosa necessidade capitalista da extração de mais-valia, através da planificação da economia e divisão das horas de trabalho, podem ser base material para a superação da exploração do trabalho na construção de uma sociedade comunista.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, G. Escassez de semicondutores vai até metade de 2022, diz sócio da Bain. **Exame**, [s./], dez. 2021. Disponível em: <https://exame.com/negocios/escassez-de-semicondutores-vai-ate-metade-de-2022-diz-socio-da-bain/>. Acesso em: 25 fev. 2024.

ALBAMONTE, E; MAIELLO, M. Nos limites da “restauração burguesa”. **Estratégia Internacional**, São Paulo, n. 5, p. 11-42, jul. 2011.

ALMEIDA, H. Internet das Coisas: tudo conectado. **Revista da Sociedade Brasileira de Computação**, Porto Alegre, p. 6-9, abr. 2015. Disponível em: https://www.sbc.org.br/images/flippingbook/computacaobrasil/computa_29_pdf/comp_brasil_2015_4.pdf/. Acesso em: 6 dez. 2023.

ANTUNES, R. **Privilégio da Servidão: O Novo Proletariado de Serviços na Era Digital**. São Paulo: Boitempo, 2018.

ANTUNES, R. Trabalho intermitente e uberização do trabalho no limiar da Indústria 4.0. *In*: ANTUNES, R. **Uberização, trabalho digital e Indústria 4.0**. São Paulo: Boitempo, 2020, p. 11-22.

ANTUNES, R. Trabalho e (des)valor no capitalismo de plataforma: Três teses sobre a nova era de desantropomorfização do trabalho. *In*: ANTUNES, R. **Uberização, trabalho digital e Indústria 4.0**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2023, p.30-40.

ANTUNES, R; PRAUN, L. A demolição dos direitos na era do capitalismo informacional-digital. *In*: ANTUNES, R. **Uberização, trabalho digital e Indústria 4.0**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2020, p. 179-192.

ARAÚJO, W. Marx e a Indústria 4.0: trabalho, tecnologia e valor na era digital. **Rev. katálysis**, Florianópolis, v. 25, n. 1, jan.-abr. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-0259.2022.e82591>. Acesso em: 6 dez. 2022.

ARIDA, H. Polo Automotivo Jeep em Pernambuco atinge 1 milhão de veículos produzidos. **Motor1**, [s./], mar. 2021. Disponível em: <https://motor1.uol.com.br/news/493803/polo-automotivo-jeep-pernambuco-producao/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

ASÍ se distribuye el PIB mundial en 2023. **Idealista News**, [s./], 18 ago. 2023. Disponível em: <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2023/08/18/807615-asi-se-distribuye-el-pib-mundial-en-2023>. Acesso em: 25 fev. 2024.

BARROS, A. Industrialização em Pernambuco: sonho e realidade. **Diário de Pernambuco**, Recife, dez. 2019. Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/opiniaao/2019/12/industrializacao-em-pernambuco-sonho-e-realidade.html>. Acesso em: 6 dez. 2023.

BLANCHET *et al.* **Industry 4.0: The new industrial revolution. How Europe will succeed.** Think Act. Roland Berger: Munique, 2014.

BUBBICO, D. Melfi no Brasil vinte anos depois: semelhanças e diferenças entre os investimentos *greenfield* da FCA em Melfi e em Goiana. *In*: LADOSKY, M. H. (org.). **A Indústria Automobilística vista do espaço local: a experiência da Jeep (FCA) em Pernambuco e de outras montadoras.** Campina Grande: Editora União, 2021. p. 27-60.

CAGED. **Cadastro Geral de Empregados e Desempregados.** [S./], s.d. Disponível em: <https://bi.mte.gov.br/bgcaged/>. Acesso em: 14 jan. 2024.

CARNEIRO, R. *et al.* **Para além da política e da economia.** São Paulo: Editora da Unesp, 2018.

CAVALCANTI, P. O **“Polo Goiana”, Desenvolvimento e Mercado de Trabalho na Zona da Mata Norte de Pernambuco.** 2021. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

CIRILLO, V. *et al.* Technology vs. workers: the case of Italy's Industry 4.0 factories. **Structural Change and Economic Dynamics**, [s./], p.161-183, ago. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0954349X2030401X?via%3Dihub>. Acesso em: 6 dez., 2023.

CHINA propõe ao Brasil unir PAC com investimentos da nova Rota da Seda. **Exame**, [s./], jan. 2024. Disponível em: <https://exame.com/brasil/china-propoe-ao-brasil-unir-pac-com-investimentos-da-nova-rota-da-seda/>. Acesso em: 25 fev. 2024.

COMO é montado o Jeep Renegade em Goiana (PE). **Uol**, [s./], 29 abr. 2015. Disponível em: <https://www.uol.com.br/carros/album/2015/04/29/polo-automotivo-jeep-goiana-pe.htm>. Acesso em: 25 fev. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Investimento em Indústria 4.0.** Brasília: CNI, 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Contrato de Trabalho Intermitente: Dados do Mercado de Trabalho e Perspectiva de Indústrias Sobre Essa Nova Modalidade de Contratação de Trabalho Formal.** Brasília: CNI, 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Escassez de Insumos e a Guerra da Ucrânia.** Brasília: CNI, 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indústria em Números.** Brasília: CNI, maio 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indicadores Industriais,** Brasília, n. 10, ano 31, out. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indicadores Industriais**, Brasília, n. 12, ano 31, dezembro, 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indicadores Industriais**, Brasília, n. 2, ano 11, jun. 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **ICEI - Índice de Confiança do Empresário Industrial**, Brasília, n. 1, ano 26, jan. 2024. Ano 26, n. 1.

CORIAT, B. **El taller y el robot**: ensayos sobre el fordismo y la producción en masa en la era de la electrónica. Cidade do México: 1996. 3. ed. Trad. Rosa Ana Domínguez Cruz.

FERNANDES, M; MATTAR, M, **Informática Básica**. Recife: IFPE, 2014.

FESTI, R. Contribuições críticas da sociologia do trabalho sobre a automação. *In*: ANTUNES, R. (org.). **Uberização, trabalho digital e Indústria 4.0**. São Paulo: Boitempo, 2020, p.149-159.

FILGUEIRAS, V.; CAVALCANTE, S. Um novo adeus à classe trabalhadora? *In*: ANTUNES, R. (org.). **Uberização, trabalho digital e Indústria 4.0**, São Paulo: Boitempo, 2020, p.159-179.

FOGLIANO, F; *et al.* **A inteligência e a consciência nas extensões maquinicas do corpo humano**. VI Simpósio Internacional de Inovação e Meios Interativos: 2019.

FREY, C; OSBORNE, M. The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? **Technological Forecasting and Social Change**, [s.l.], v. 114, p. 254-280, jan. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162516302244>. Acesso em: 25 fev. 2024.

Google. 2024. **Jeep Goiana**. [s.l.]: Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/search/jeep+goiana/@-7.6151019,-34.9682667,3033m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>. Acesso em: 25 fev. 2024.

HACHEM, C. et al. Automation of Quality Control in the Automotive Industry Using Deep Learning Algorithms. *In*: International Conference on Computer, Control and Robotics (ICCCR), 2021, Shanghai. **Anais [...]**. Shanghai: IEEE Xplore, 2021, p. 123-127.

HALLER, S. **The Things in the Internet of Things, Proceedings of Internet of Things Conference 2010**, Tokyo, 2010.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for Industrie 4.0 Scenarios: a literature review. *In*: Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), 49., 2016, Kaloa. **Anais [...]** Kaloa: IEEE Xplore, 2016.

INOUE, J. *et al.* Indústria 4.0: Impactos da Tecnologia da Informação na Nova Indústria. **Pesquisa e Ação**, [s./], v. 5, n. 1, p. 128-147, jun. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Panorama da economia mundial. **Carta de Conjuntura**, [s./], v. 15, n. 61. 4º Trimestre, ago. 2023.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). **Real GDP growth**, [s./], out. 2024. Disponível em:
https://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/WEO_WORLD. Acesso em: 25 fev. 2024.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Frankfurt: Acatech, p. 13-78, 2013.

KANG, H. S. Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology**, [s./], v. 3, n. 1, p. 111-128, jan. 2016.

KRZYWDZINSKI, M. Automation, digitalization, and changes in occupational structures in the automobile industry in Germany, Japan, and the United States: a brief history from the early 1990s until 2018. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v. 30, v. 3, p. 499-535, maio 2021.

KOUTNEY, P. Jeep faz futuro chegar rápido a Goiana. **Automotive Business**, Goiana, abr. 2015. Disponível em:
<https://www.automotivebusiness.com.br/pt/posts/noticias/jeep-faz-futuro-chegar-rapido-a-goiana/>. Acesso em: 6 dez. 2021.

LADOSKY, M. Mercado de trabalho e Sindicalismo no Polo Automotivo de Goiana. *In*: LADOSKY, M. H. (org.). **A Indústria Automobilística vista do espaço local: a experiência da Jeep (FCA) em Pernambuco e de outras montadoras**. Campina Grande: Editora União, 2021, p. 101-134.

LENIN, V. **Imperialismo, Fase Superior do Capitalismo**. Campinas: Navegando, 2011 [1917].

LOSADA, P; SANTANA, D. 100% dos smartphones do Brasil têm tecnologia do Recife. **Diário de Pernambuco**, out., 2021. Disponível em:
<https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/economia/2021/11/100-dos-smartphones-do-brasil-tem-tecnologia-do-recife.html>. Acesso em: 6 dez. 2021.

LIM, G.; HOON, C.; ZHAO, K. Foreign Investment, State Capitalism, and National Development in Borneo: rethinking Brunei-China economic relations. **Journal Of Current Southeast Asian Affairs**, [s./], v. 42, n. 2, p. 242-264, 2023. DOI:
<http://dx.doi.org/10.1177/18681034231186441>.

LIMA, R. Com inauguração de Polo Automotivo, Jeep volta a produzir no Brasil depois de 30 anos. **ND Mais**, Florianópolis, 4 maio 2015. Disponível em:

<https://ndmais.com.br/tecnologia/com-inauguracao-de-polo-automotivo-jeep-volta-a-produzir-no-brasil-depois-de-30-anos/>. Acesso em: 25 fev. 2024.

LIU, Y.; XUN, X. Industry 4.0 and cloud manufacturing: a comparative analysis. **Journal of Manufacturing Science and Engineering**, [s.l.], v. 139, n. 3, out. 2017.

LUDOVICO, W. **Apostila de Machine Learning**. Vitória: UFES, 2020.

MANDEL, E. **O Capitalismo Tardio**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

MANYIKA, J. Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity. **McKinsey Global Institute**, [s.l.], maio 2011. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/big-data-the-next-frontier-for-innovation>. Acesso em: 6 dez, 2023.

MARX, K. **A Ideologia Alemã**. São Paulo: Boitempo, 2007a.

MARX, K. **Para a Crítica da Economia Política**. 2007b. Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/marx/1859/01/prefacio.htm>. Acesso em: 6 dez. 2023.

MARX, K. **Grundrisse**. São Paulo: Boitempo, 2011.

MARX, K. **O Capital**. São Paulo: Boitempo, 2014. Livro 1.

MARX, K. **Manuscritos econômico-filosóficos [1844]** (trad. Jesus Ranieri). São Paulo: Boitempo, 2004.

MASON, H. **Computer Scientist Explains Machine Learning in 5 Levels of Difficulty**. In: WIRD. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=5q87K1WaoFI&ab_channel=WIRED. Último acesso em: 12 de outubro de 2024

NEEL, P. Broken Circle: premature deindustrialization, chinese capital exports, and the stumbling development of new territorial industrial complexes. **International Labor And Working-Class History**, Cambridge, v. 102, p. 94-123, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/s0147547922000321>.

NEVES, T. **Novas e velhas relações de trabalho na fábrica mais moderna do Brasil: o caso do polo automotivo em Goiana-PE (2015-2016)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Estudos Urbanos e Regionais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

NOVA Rota da Seda. In: Wikipédia: a enciclopédia livre, [s.l.], s.d. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Nova_Rota_da_Seda#Referências. Acesso em: 25 fev. 2024.

OECD Data. **ICT goods exports**. [s.l., s.d.]. Disponível em: <https://data.oecd.org/ict/ict-goods-exports.htm>. Acesso em: 8 jul. 2023.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computers in Industry**, [s.l.], v. 83, p. 121-139, dez. 2016.

OLIVEIRA, F. Com 700 robôs, Jeep apresenta fábrica do Renegade em PE. **Terra, Mobilidade**, [s.l.], 27 abr. 2015. Disponível em: https://www.terra.com.br/carros-motos/fabrica-do-jeep-renegade-em-pernambuco-conta-com-700-robos-na-producao,5b36225844de93297717b90da9cf5021ytjrRCRD.html#google_vignette. Acesso em: 25 fev. 2024.

PINTO, G. A Indústria 4.0 na cadeia automotiva: a Mercedes-Benz em São Bernardo do Campo. In: ANTUNES, R. (org.). **Uberização, trabalho digital e Indústria 4.0**. São Paulo: Boitempo, 2020, p.193-216.

PINTO, G; ARIAS, A. A Indústria 4.0: a agenda industrial alemã pós-crise de 2008. In: ANTUNES, R. (org.). **Iceberg à deriva**. São Paulo: Boitempo, 2023, p.131-149.

PORTAL da Indústria. **Inovação e investimento**, [s.l.;s.d.]. Disponível em: <https://perfilsetorialdaindustria.portaldaindustria.com.br/listar/29-veiculos-automotore/s/inovacao-e-investimento>. Acesso em: 25 fev. 2024.

PORTAL da Indústria. **Inovação e investimento**, [s.l.;s.d.]. Disponível em: <https://perfilsetorialdaindustria.portaldaindustria.com.br/listar/29-veiculos-automotore/s/mercado-de-trabalho>. Acesso em: 25 fev. 2024.

PORTAL da Indústria. **Indicadores de competitividade-custo**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/indicadores-de-competitividade-custo/>. Acesso em: 25 fev. 2024.

RECIFE está entre as seis cidades que lideram o futuro da indústria TI no mundo. **Diário de Pernambuco**, Recife, jul. 2021. Disponível em: <https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/vidaurbana/2021/07/recife-esta-entre-as-seis-cidades-que-lideram-o-futuro-da-industria-ti.html>. Acesso em: 2 fev. 2023.

RODRIGUES, L. *et al.* Indústria 4.0: Uma revisão literária. In: SIMPEP Gestão de Operações em Serviços e Seus impactos Sociais, XXIII, 2016, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: Engenharia de Produção, 2016. p. 1-14.

SAITO, K. **O Ecosocialismo de Karl Marx**. São Paulo: Boitempo, 2021.

SALTIEL, R. *et al.* Indústria 4.0: Proposta de Mapa Conceitual. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2017, Joinville. **Anais [...]**. Joinville: ABEPRO, 2017. p. 2-16.

SAMPAIO JÚNIOR, P. Por que voltar a Lenin? Imperialismo, barbárie e revolução. In: LENIN, V. **O Imperialismo, Etapa Superior do Capitalismo**. Campinas: Navegando, 2011, p. 7-102.

SANDERS, A.; ELANGESWARAN, C.; WULFSBERG, J. Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. **Journal of Industrial Engineering and Management**, [s.l.], v. 9, n. 3, p. 811-833, set. 2016.

SANTOS, N. **A Questão Nordestina na Formação Econômico-Social Brasileira: Reflexões sobre o Estado, as Lutas de Classes e o Desenvolvimento**. 2021. 410f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

SILVA, A.; BAGATTOLLI, C. Polo Automotivo da Jeep em Pernambuco: uma análise da conformação da agenda decisória a partir do Modelo de Múltiplos. *In*: LADOSKY, M. H. (org.). **A Indústria Automobilística vista do espaço local: a experiência da Jeep (FCA) em Pernambuco e de outras montadoras**. Campina Grande: Editora União, 2021, p. 61-100.

SIMONATO, L. Crise dos chips: covid na China e conflitos geopolíticos prolongam problemas de abastecimento. **Estadão**, [s.l.], jan. 2023. Disponível em: <https://www.estadao.com.br/economia/crise-dos-chips-falta-abastecimento/>. Acesso em: 25 fev. 2024.

STELLANTIS. **Semi-Annual Report**, [s.l.], jun. 2024. Disponível em: https://www.stellantis.com/content/dam/stellantis-corporate/investors/financial-reports/Stellantis_NV_20210630_Semi-Annual_Report.pdf. Acesso em: 27 jan. 2024.

SCHWAB, K. **A quarta Revolução Industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

TAXA de lucro – Taxa de mais-valia – Composição orgânica do capital. **Capitalismo & Crises Econômicas**, [s.l.], 2023. Disponível em: <https://www.capitalism-and-crisis.info/pt/Bem-vindo/Novo>. Acesso em: 8 jul. 2023.

TEIXEIRA, J. **O que é Inteligência Artificial**. 1. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1990. v. 1. 77p.

TERZIDIS, O. *et al.* (2011) The Internet of Services and USDL. *In*: BARROS, Alistair.

THARAPPEL, J. Why China's Capital Exports Can Weaken Imperialism. **World Review of Political Economy**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 27-24, 2021.

THE MATRIX. Direção e roteiro: Andy Wachowski e Larry Wachowski. Produção: Joel Silver. Distribuição: Warner Bros, 1999.

TONELO, I. Uma nova reestruturação produtiva pós-crise de 2008? *In*: ANTUNES, R. (org.). **Uberização, trabalho digital e Indústria 4.0**. São Paulo: Boitempo Editorial, 2020, p.139-148.

TONELO, I.; RAMOS, F. Apontamentos sobre a situação da indústria no Brasil. **Ideias de Esquerda**, [s.l.], mar. 2021. Disponível em: <https://www.esquerdadiario.com.br/Apontamentos-sobre-a-situacao-da-industria-no-Brasil>. Acesso em: 25 fev. 2024.

TROTSKY, L. **História da Revolução Russa**. São Paulo: Editora Sundermann, 2013. Tradução de Carlos Nelson Coutinho.

TROTSKY, L. **O Programa de Transição**. São Paulo: Editora Iskra, 2023.

TROTSKY, L. **Testamento**. Coyoacán, 1940. Disponível em: <https://www.marxists.org/portugues/trotsky/1940/02/27.htm>. Acesso em: 25 fev. 2024.

URBANO, E. **Brasil: Ponto de Mutação**. São Paulo: Editora Iskra, 2019.

WANG, S., Wan, J., Li, D. & Zhang, C. Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. **International Journal of Distributed Sensor Networks**, [s.l.], p. 1-10, janeiro, 2016.

THE WORLD BANK (WBG). Global Economy Set for Weakest Half-Decade Performance in 30 Years, **Comunicado de Imprensa**, [s.l.], jan. 2024. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2024/01/09/global-economic-prospects-january-2024-press-release>. Acesso em: 25 fev. 2024.

WITHEFORD, N. Inteligência artificial como condição geral da produção. *In*: GROHMANN, R. (org.). **Os laboratórios do trabalho digital**. São Paulo: Boitempo, 2021.

WONG, T. A nova rota da seda que a China quer construir vale o investimento trilionário? **BBC News Brasil**, [s.l.], out. 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cmj544lg205o>. Acesso em: 25 fev. 2024.

WORLD BANK GROUP (WBG). **Global Economic Prospect**, [s.l.]. WBG, 2024. Disponível em: <https://www.worldbank.org/pt/publication/global-economic-prospects>. Acesso em: 25 fev. 2024.

WRIGHT, R. Tráfego marítimo no canal de Suez cai 90% após ataques no Iêmen, diz pesquisa. **Folha de S.Paulo**, São Paulo, jan. 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2024/01/trafego-maritimo-no-canal-de-suez-cai-90-apos-ataques-no-iemen-diz-pesquisa.shtml>. Acesso em: 25 fev. 2024.

XIANG, C. AI Isn't Artificial or Intelligent. **VICE**, Miami, dez. 2022. Disponível em: <https://www.vice.com/en/article/wxnaqz/ai-isnt-artificial-or-intelligent>. Acesso em: 24 jan. 2023.

ZIADY, H. Ataques no Mar Vermelho podem abalar economia global; entenda. **CNN Brasil**, [s.l.], jan. 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/economia/macroeconomia/ataques-no-mar-vermelho-podem-abalar-economia-global-entenda/>. Acesso em: 25 fev. 2024.

GLOSSÁRIO

Big Data: Estrutura informacional com alta capacidade de armazenamento e processamento de dados.

Cyber Physical-System (Sistema Ciberfísico): Integração digital e física dos sistemas produtivos.

Deep Learning ou Redes Neurais: Técnica de programação de inteligência artificial que consiste em criar variáveis no algoritmo, chamadas de “peso”, que são calculadas durante o “aprendizado”.

Ferramentas Inteligentes: Ferramentas com componentes informacionais integrados que estão conectadas à *internet*.

IoT (*Internet of Things* ou *Internet* das Coisas): artefatos, equipamentos, ferramentas etc., com capacidade de se conectarem à *internet*.

Internet em Nuvem: Acesso remoto a dados armazenados e equipamentos informacionais via conexão de *internet*, sem cabos físicos.

Machine Learning: Técnica de programação para “treinamento” de inteligências artificiais. Consiste em criar um padrão de respostas corretas por parte da programação através de erros e acertos relativamente aleatórios.

M2M (*Machine-to-Machine* ou De-Máquina-para-Máquina): conceito que descreve a comunicação, transmissão de informações e comando, via *internet*, entre máquinas e equipamentos sem a intermediação humana.

RFID (*Radio-Frequency Identification* ou identificação por radiofrequência): tag de identificação de objetos que pode ser rastreada via GPS.

Smart Factory (Fábrica Inteligente): Fábrica com interface digital de seus processos, com captação e processamento de dados.

TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação): se refere a toda tecnologia informacional e comunicação, seja ela digital ou material, incluindo *software* e *hardware*.

VPN (*Virtual Private Network* ou Rede Privada Virtual): protocolo para comunicação segura via *internet*, utilizada para acesso remoto.