

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA**

**ÉLBIO MAIER OZORIO**

**A INDÚSTRIA 4.0 E AS NOVAS RELAÇÕES DE TRABALHO**

**Porto Alegre  
2023**

**ÉLBIO MAIER OZORIO**

**A INDÚSTRIA 4.0 E AS NOVAS RELAÇÕES DE TRABALHO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, área de concentração: Economia do Desenvolvimento.

Orientador: Prof. Dr. Alessandro Donadio Miebach

**Porto Alegre**

**2023**

### CIP - Catalogação na Publicação

Ozorio, Élbio Maier  
A Indústria 4.0 e as novas relações de trabalho /  
Élbio Maier Ozorio. -- 2023.  
146 f.  
Orientador: Alessandro Donadio Miebach.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas,  
Programa de Pós-Graduação em Economia, Porto Alegre,  
BR-RS, 2023.

1. Indústria 4.0. 2. Relações de trabalho. 3.  
Capitalismo de plataforma. I. Miebach, Alessandro  
Donadio, orient. II. Título.

**ÉLBIO MAIER OZORIO**

**A INDÚSTRIA 4.0 E AS NOVAS RELAÇÕES DE TRABALHO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia, área de concentração: Economia do Desenvolvimento.

Aprovada em: Porto Alegre, 18 de setembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Alessandro Donadio Miebach – Orientador  
UFRGS

---

Prof. Dr. Cássio da Silva Calvete  
UFRGS

---

Prof. Dr. Giliad de Souza Silva  
UNIFESSPA

---

Prof. Dr. Leonel Toshio Clemente  
UFRGS

## **AGRADECIMENTOS**

Os últimos 2 anos foram de altos e baixos, e flutuaram entre “vai ser possível” e “não vou conseguir”. A falta de contato presencial com os colegas e os professores, devido à pandemia do COVID-19, fez com que este processo fosse mais solitário. Apesar disto, esta caminhada contou com diversas pessoas que, de um modo ou de outro, tornaram-na mais suportável e alegre.

Aos colegas do mestrado e do doutorado – o compartilhamento dos receios e das dificuldades que atravessaram as aulas EAD me encorajaram a seguir em frente.

Ao Professor e orientador Alessandro, pela atenção, pelas críticas, e por ter insistido em levar este trabalho adiante, mesmo quando questioneei se seria possível.

Aos meus amigos que tantas e tantas vezes não permitiram eu me isolar, ainda mais nos momentos em que tudo parecia estar dando errado. Obrigado por escutarem meus desabafos e pelo carinho.

Ao Bernardo, pelas conversas diárias regadas a café, pelas indicações e pelo companheirismo.

À minha família, por tudo, pela compreensão e pelo apoio incondicional. Sem vocês não seria possível concluir esta caminhada.

Por último, à Ana, pelo amor, pelo carinho, pelo companheirismo e pela motivação para seguir em frente.

O presente trabalho contou com o subsídio de uma bolsa de mestrado, oferecida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil.

Mãos cansadas da costureira  
Tece os trajes do terror  
Num galpão gelado e obscuro  
Produz centenas de casacos a todo vapor  
Mas o que importa do casaco é a venda  
E não o seu calor  
Num subúrbio em Bangladesh  
Ou em qualquer periferia  
Tantas vidas desfiadas  
Linha, agulha e agonia  
O mercado é pai do crime  
Tece um ciclo doentio:  
O casaco é pra vitrine  
E quem produz morre de frio.

[...]

No vai e vem da bicicleta  
Rasga o asfalto o entregador  
É refém da própria meta  
O algoritmo é o chicote que se aprimorou  
Seu pedido está chegando até você  
Desfrute esse sabor Rappi, Ifood, Uber Flash  
Qual o segredo da magia?  
Sanguessugas vão nas costas  
Rango quente, boia-fria  
Pedalando entre os destroços  
Da cidade em decomposição  
Num balé de marcas mortas  
Desfilando em procissão  
Bárbaro mangue chamado mercado  
Lágrimas, sangue, suor  
Embalado a vácuo e aos cacos  
A classe se olha, mas não se vê  
Rasga o peito esse veto concreto  
A coisa é sujeito, a pessoa objeto  
Tudo ao avesso, o fim é o começo

[...]

("La Comuna" - El Efecto e Trupe Lona Preta, participação Galo de Luta)

## RESUMO

O atual estágio de desenvolvimento das forças produtivas está sendo amplamente caracterizado como a Quarta Revolução Industrial, alicerçada na Internet das Coisas, blockchain, Sistemas de Produção Ciber-Físicos, Inteligência Artificial, Machine Learning e big data. Conjuntamente são verificadas transformações nas relações sociais de produção, com o surgimento das plataformas digitais, resultando em novas formas de trabalho. Neste contexto, é necessário compreender o que são as novas tecnologias, as modificações que estão ocorrendo no mundo do trabalho, e a relação existente entre ambas. Para isso, são desenvolvidas algumas categorias de análise marxianas, com o intuito de apreender a dinâmica do modo de produção capitalista que atravessa o desenvolvimento tecnológico e as relações de produção. Em seguida, é estudado o desenvolvimento das forças produtivas e as transformações nas relações de produção na 1ª, 2ª e 3ª Revolução Industrial. Por último, apresentamos o que são as novas tecnologias e as novas relações de trabalho no atual estágio de desenvolvimento do sistema capitalista. Acerca das forças produtivas, é salientado a desproporção entre as possíveis aplicações e a efetiva utilização destas. Sobre as modificações no mundo do trabalho, são apresentadas duas classificações: a primeira abrange as plataformas que precisam dos trabalhadores em uma certa localidade; a outra reúne as plataformas em que os trabalhadores realizam tarefas *online*. É observado que, apesar de existir uma certa autonomia dos trabalhadores, as plataformas possuem mecanismos para controlar e subordinar o trabalho, com especificidades para cada grupo. Enfim, apontamos que as novas empresas de plataforma são fruto de um processo que está se desenvolvendo nos últimos 50 anos, conformando um novo padrão de acumulação de capital, permeado por uma nova regulação jurídica das relações de trabalho, combinando desenvolvimento tecnológico com precarização do trabalho.

**Palavras-chave:** 4ª Revolução Industrial. Capitalismo de plataforma. Relações de trabalho. Indústria 4.0.

## **ABSTRACT**

The current stage in the development of productive forces is being widely characterized as the Fourth Industrial Revolution, based on the Internet of Things, blockchain, Cyber-Physical Production Systems, Artificial Intelligence, Machine Learning and big data. At the same time, there have been transformations in the social relations of production, with the emergence of digital platforms, resulting in new ways of working. In this context, it is necessary to understand what the new technologies are, the changes that are taking place in the world of work, and the relationship between the two. To this end, some marxian categories of analysis are developed, with the aim of grasping the dynamics of the capitalist mode of production that runs through technological development and relations of production. Next, the development of productive forces and the transformations in relations of production in the 1st, 2nd and 3rd Industrial Revolutions are studied. Finally, we present what the new technologies and new labor relations are at the current stage of development of the capitalist system. About the productive forces, the disproportion between possible applications and their actual use is highlighted. Regarding changes in the world of work, two classifications are presented: the first covers platforms that need workers in a certain location; the other brings together platforms where workers carry out tasks online. It is noted that, despite the fact that workers have a certain amount of autonomy, the platforms have mechanisms to control and subordinate the work, with specific characteristics for each group. Finally, we point out that the new platform companies are the result of a process that has been developing over the last 50 years, shaping a new pattern of capital accumulation, permeated by a new legal regulation of labor relations, combining technological development with job insecurity.

**Keywords:** 4th Industrial Revolution. Platform capitalism. Labor relations. Industry 4.0.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 – taxa de desemprego nos Estados Unidos, janeiro de 1968 até abril de 2023.....	70
Gráfico 2 – Taxa de desemprego no Japão (%) 1970-2021, e no G7 (%), 1990-2021. .	71
Figura 1 – Planta da General Motor em Framingham (Massachusetts) <i>versus</i> Planta da Toyota em Takaoka (Toyota), 1986. ....	83
Gráfico 3 – Capacidade utilizada na manufatura dos Estados Unidos, 1962-1988 (%). ....	88
Gráfico 4 – Taxa de sindicalização dos trabalhadores não agrícolas nos Estados Unidos, 1964-2000 (%). ....	89
Gráfico 5 – Salários reais hora e produtividade, setor empresarial dos EUA, 1947-2010 (1982=100).....	90

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1RI	1ª Revolução Industrial
2RI	2ª Revolução Industrial
3RI	3ª Revolução Industrial
4RI	4ª Revolução Industrial
c	capital constante
COC	Composição orgânica do capital
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
DML	<i>Dedicated Manufacturing Lines</i>
EUA	Estados Unidos da América
FMS	Flexible Manufacturing Systems
IoT	Internet das Coisas
IA	Inteligência Artificial
l'	taxa de lucro
m	mais-valor
m'	taxa de mais-valor
ML	Machine Learning
MTurk	<i>Amazon Mechanical Turk</i>
q	composição valor do capital
RMS	<i>Reconfigurable Manufacturing Systems</i>
SPCF	Sistemas de Produção Ciber-Físicos
TTE	Tempo de trabalho excedente
TTN	Tempo de trabalho necessário
V	capital variável

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>TRABALHO: ASPECTO CENTRAL NO DESENVOLVIMENTO DA VIDA SOCIAL E ECONÔMICA.....</b>	<b>15</b>
2.1	RELAÇÕES CAPITALISTAS DE PRODUÇÃO E ACUMULAÇÃO PRIMITIVA	16
2.2	FORÇA DE TRABALHO, EXPLORAÇÃO, MAIS-VALOR (ABSOLUTO E RELATIVO) E ACUMULAÇÃO DE CAPITAL .....	19
2.3	OS IMPACTOS DA MAQUINARIA SOBRE O TRABALHO: A VISÃO MARXIANA .....	26
2.4	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS.....	30
<b>3</b>	<b>A HISTÓRIA DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS E O PROMETEU MODERNO.....</b>	<b>32</b>
3.1	O QUE SÃO AS RELAÇÕES DE TRABALHO.....	32
3.2	A PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E AS RELAÇÕES DE TRABALHO	38
<b>3.2.1</b>	<b>Da produção domiciliar ao surgimento da fábrica .....</b>	<b>44</b>
<b>3.2.2</b>	<b>A revolução das forças produtivas, as novas relações de trabalho e a fábrica</b>	<b>46</b>
3.3	A SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E AS RELAÇÕES DE TRABALHO	56
<b>3.3.1</b>	<b>As forças produtivas na 2ª Revolução Industrial .....</b>	<b>57</b>
<b>3.3.2</b>	<b>A reorganização do processo produtivo e as transformações nas relações de trabalho.....</b>	<b>61</b>
3.4	A TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E AS RELAÇÕES DE TRABALHO	65
<b>3.4.1</b>	<b>O computador e o Controle Numérico .....</b>	<b>66</b>
<b>3.4.2</b>	<b>As transformações nas relações de trabalho e o imaterial .....</b>	<b>71</b>
<b>3.4.3</b>	<b>O Sistema Toyota de Produção: a essência das novas relações de trabalho</b>	<b>79</b>
<b>3.4.4</b>	<b>A ampliação do Sistema Toyota de Produção: a crise e a reestruturação flexível .....</b>	<b>87</b>
3.5	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS.....	94

<b>4</b>	<b>INDÚSTRIA 4.0 E AS RELAÇÕES DE TRABALHO: TUDO NOVO, DE NOVO?.....</b>	<b>99</b>
4.1	INDÚSTRIA 4.0 E AS NOVAS TECNOLOGIAS .....	100
4.1.1	<b>Blockchain .....</b>	<b>100</b>
4.1.2	<b>Internet das Coisas (IoT) e Sistemas de Produção Ciber-Físicos (SPCF) 104</b>	
4.1.3	<b>Inteligência Artificial (IA) e Machine Learning (ML) .....</b>	<b>109</b>
4.2	AS PLATAFORMAS DE TRABALHO .....	112
4.2.1	<b>Plataformas de trabalho que precisam da presença física dos trabalhadores.....</b>	<b>114</b>
4.2.2	<b>Plataformas de trabalho online.....</b>	<b>119</b>
4.3	CONSIDERAÇÕES PARCIAIS: AS NOVAS TECNOLOGIAS E AS NOVAS RELAÇÕES DE TRABALHO .....	125
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>129</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>134</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O *trabalho* é um tema de discussão que ocupa um lugar central em nossa sociedade. Ele possui diversas formas e apresenta um papel contraditório para o ser humano: ao mesmo tempo pode ser visto como um meio de libertação ou de escravidão. Essa dicotomia pode ser percebida ainda nas tragédias gregas, por exemplo, na obra *Os trabalhos e os dias*, de Hesíodo, onde o autor defende que o trabalho deve ser visto como algo positivo, oposto ao ócio, o qual é uma “desonra”. Em *Prometeu Acorrentado*, obra clássica de Ésquilo, o personagem principal é punido pelos deuses por ter roubado a “chama” – que simboliza todas as artes, a inteligência e as técnicas (de trabalho) – a qual era restrita aos deuses, e pode ser interpretada como a libertação da humanidade de diversos males, como as doenças e a falta de alimentos.

Com a consolidação do modo de produção capitalista na Inglaterra, a partir da Primeira Revolução Industrial, os autores da Economia Política, Smith [1776] (1996) e Ricardo [1817] (1996), elaboram que o valor das mercadorias estava vinculado ao trabalho necessário para produzi-las. De forma mais estruturada, Marx (2013), por meio da crítica à economia política, afirmou que a grandeza do valor de uma mercadoria seria igual a quantidade de trabalho socialmente necessária para a sua produção.

Ao estudar o impacto gerado pelas novas máquinas e equipamentos oriundos da Revolução Industrial, Marx (2013) apontou que o desenvolvimento dos meios de trabalho dentro dos marcos do sistema capitalista não configurava a libertação da classe trabalhadora, nem a diminuição da importância do trabalho no processo produtivo. Pelo contrário, a generalização da utilização das máquinas pela grande indústria significa um maior controle do capital sobre o trabalho e tende a ser um instrumento de intensificação do trabalho.

Entretanto, a partir da Terceira Revolução Industrial, iniciada em meados da década de 1960, relacionada ao aprimoramento da robótica, informática e eletrônica, diversos autores, como Rifkin (1995) e Gorz (1982), destacaram que a era da sociedade baseada no trabalho se aproximava do fim. Isto ocorreria por causa do desenvolvimento das forças produtivas que iriam substituir os trabalhadores por máquinas, de tal modo que os postos de trabalho destruídos superariam aqueles criados. A sociedade capitalista estaria entrando na era do “pós-trabalho”, em que o

trabalhador comum ficaria sem função social. Na contramão destas previsões, a taxa de desemprego nos EUA estava abaixo de 4% em abril de 2023 (BLS, 2023).

Com o surgimento da Indústria 4.0, esse antigo debate ganha uma nova roupagem. Este conceito foi estabelecido em 2011 para sintetizar um novo processo de surgimento de tecnologias disruptivas, que supostamente vão alterar profundamente o mundo do trabalho e as formas de consumo. De acordo com Schwab (2016, p. 31), “[...] as novas tecnologias mudarão drasticamente a natureza do trabalho em todos os setores e ocupações”. Esta, é geralmente apresentada como uma nova revolução industrial, ou seja, é colocada como a Quarta Revolução Industrial que já estaria em andamento”. Assim como a Terceira Revolução Industrial, a Indústria 4.0 estaria transformando radicalmente as forças produtivas (máquinas, equipamentos etc.), o conjunto das relações sociais de produção, e engendraria novos hábitos de consumo (SCHWAB, 2016; HERMANN *et al.*, 2015).

O núcleo duro da Indústria 4.0 é composto pelas seguintes tecnologias: Internet das Coisas (IoT), *blockchain*, Sistemas de Produção Ciber-Físicos (SPCF), Inteligência Artificial (IA), *Machine Learning* (ML) e *big data*. Estas são apresentadas como aliadas dos trabalhadores, pois vão democratizar o processo produtivo por meio da flexibilização do trabalho. A antiga subsunção real do trabalho se transformaria em uma relação de produção mais colaborativa, moderna, com maior autonomia e liberdade para o trabalhador. Dessa forma, falar em luta de classes, ou de disputa entre empregado e empregador perderia o sentido. Schwab (2016, p. 44) aponta que os trabalhadores dessa nova era da produção não irão mais precisar lidar com as dificuldades de um trabalho comum, tendo autonomia para trabalhar, quando, quando e como quiserem, ou seja, o trabalho flexível é visto como uma forma de empoderamento dos trabalhadores.

Tal visão é respaldada pelo Banco Mundial (2019, p. 47), ao afirmar que a 4ª Revolução Industrial irá transformar as tecnologias digitais, conjuntamente os métodos produtivos e os objetivos empresariais e, dessa forma, irá requisitar novas qualidades dos trabalhadores, como maior flexibilidade e contratos mais curtos. Sobre a narrativa que sustenta os interesses empresariais, também é possível citar a CNI (2010, p. 110), de acordo com esta, a legislação que regula as relações de trabalho estaria limitando o desenvolvimento de novos setores na área das tecnologias da informação e a modernização de setores tradicionais, visto que ela “tem sido construída sobre a antiquada premissa do conflito entre capital e trabalho”.

Em outro documento da Confederação, é destacado que a relação de trabalho tende a transformar-se em algo mais flexível, em termos de horário e local da “prestação de serviço”, e a característica central deste novo tipo de trabalho é a “autonomia do empregado” (CNI, 2017, p. 6).

De acordo com Filgueiras (2021), está ocorrendo uma segunda onda do “adeus ao trabalho”. Na primeira, observada na década de 1980, utilizando Gorz (1982) como exemplo, argumentava-se que o trabalho estava em vias de ser extinto na medida em que seria crescentemente substituído por máquinas. Agora, nesta segunda onda, como é apontado pela OIT (2015), o que está ocorrendo é a modificação da natureza do trabalho, em que o aspecto do assalariamento clássico está decaindo, enquanto novas formas de relações trabalhistas estão em ascensão, fruto do desenvolvimento de novas tecnologias e das alterações organizativas nas empresas.

Estas novas tecnologias parecem possuir um caráter contraditório: de um lado, configuram uma nova possibilidade de emancipação para os trabalhadores; mas para que isso seja possível, é necessário que os trabalhadores renunciem de seus direitos trabalhistas. Essa visão acerca da natureza das novas tecnologias camufla o real sentido das transformações que estão ocorrendo no mundo do trabalho. De acordo com Vasapollo (2005), os novos fenômenos como o empreendedorismo e o trabalho autônomo mascaram o trabalho assalariado, precarizado, instável e subordinado. As novas condições de trabalho – ditas flexíveis – representam, na sua essência, a perda de direitos.

O surgimento das empresas de plataforma, como a Uber, iFood, e Amazon Mechanical Turk, são um exemplo destas novas tecnologias e das novas relações de trabalho. Estas empresas negam a existência de uma relação de trabalho entre elas e os trabalhadores, ao afirmarem que estes são autônomos, e não possuem horário fixo de trabalho. Mas, como aponta Filgueiras (2021), isso configura uma relação de trabalho intermitente, que foi defendida pelos empresários e legalizada pela Reforma Trabalhista de 2017 no Brasil.

O objetivo desta dissertação é estudar a essência da flexibilização do trabalho e a sua relação com as novas tecnologias da Indústria 4.0. Para isso, serão discutidos, no segundo capítulo, com base na teoria marxiana, aspectos essenciais da dinâmica de funcionamento do sistema capitalista, como exploração do trabalho, mais-valor, desenvolvimento da maquinaria, acumulação de capital e taxa de lucro.

No terceiro capítulo, serão investigadas as relações de trabalho e o desenvolvimento das forças produtivas na 1ª, 2ª e 3ª Revolução Industrial. Por último, no Capítulo 4, serão analisadas as novas tecnologias da Indústria 4.0, e o caráter das novas relações de trabalho.

## **2 TRABALHO: ASPECTO CENTRAL NO DESENVOLVIMENTO DA VIDA SOCIAL E ECONÔMICA**

A categoria trabalho é fundamental dentro da obra de Marx e de Engels. Marx (2013, p. 327) sustenta que a capacidade de trabalho é uma qualidade exclusivamente humana que, diferencia os seres humanos dos outros animais e é “condição universal do metabolismo entre o homem e a natureza, perpétua condição natural da vida humana” (MARX, 2013, p. 335). Engels (2020, p. 337) afirma que para além do trabalho ser o elemento que transforma a natureza em riqueza, também “criou o ser humano como tal”, sendo a condição básica de toda a vida humana.

A história da evolução da espécie humana é permeada por transformações tanto na esfera biológica, vide as mudanças que ocorreram na morfologia do ser humano, como na esfera social. Para Lukács (2018), a capacidade de trabalho dos seres humanos configura um momento importante na transição do ser “biológico” para o ser “social”. De acordo com Antunes (2010, p. 136-138), o trabalho permite o “salto ontológico das formas pré-humanas para o ser social”, e é primordial para o processo de humanização do homem, tendo em vista que possui um aspecto teleológico, onde a consciência humana deixa de ser um epifenômeno como é para os animais, indo além da simples adaptação ao meio, configurando uma atividade que é autogovernada.

O trabalho, para além de ser o meio pelo qual os seres humanos atuam sobre a natureza, também é uma característica essencialmente social (LEONTIEV, 1978). Com isso, as relações sociais existentes vão exercer uma grande influência sobre o conteúdo do trabalho e da relação que os indivíduos estabelecem entre si em uma determinada sociedade. Disto resulta que o trabalho, ao perpassar os diferentes modos de produção, não é realizado sobre os mesmos fundamentos.

Justamente, uma das principais características que distingue um modo de produção de outro não é o que é produzido, mas como se produz. Como foge do escopo deste trabalho, uma análise da categoria trabalho nos diversos modos de produção que marcaram a história, a ênfase será dada na discussão no trabalho realizado sob relações de produção capitalistas. Assim, cabe adentrar nas especificidades do trabalho realizado em uma sociedade capitalista, investigando

como o modo de produção capitalista determina a relação dos seres humanos com a natureza – sendo esta mediada pelo processo de trabalho.

## 2.1 RELAÇÕES CAPITALISTAS DE PRODUÇÃO E ACUMULAÇÃO PRIMITIVA

Como foi apresentado, a capacidade de trabalho é o que diferencia os seres humanos dos outros animais. Sem a existência do trabalho não é possível pensar em qualquer tipo de sociedade – inclusive a capitalista. Com o surgimento deste modo de produção, ocorre a dissolução da sociedade feudal e de suas instituições, e um dos objetivos dos teóricos da Economia Política, em Smith e Ricardo, é de compreender o conjunto das novas relações sociais que estavam surgindo, elaborar uma teoria que fornecesse uma visão da totalidade da vida social. Neste novo cenário, a questão do trabalho (entre outras) ganha destaque para estes estudiosos (NETTO; BRAZ, 2007, p. 17).

Smith [1776] (1996, p. 87) afirmou que o “trabalho é a medida real do valor de troca de todas as mercadorias”. Ricardo [1817] (1996, p. 24) destacou que a origem do valor de troca das mercadorias residia em dois fatores: da sua escassez e do trabalho necessário para obtê-las. Por último, Marx (2013) refinou a ideia de valor em Smith e Ricardo, ao afirmar que a grandeza do valor é determinada pela quantidade de trabalho socialmente necessária para a produção de certa mercadoria (enquanto o valor de troca seria a manifestação daquele no ato da troca).

Marx (2013, p. 335) define trabalho como uma atividade orientada a um fim, ou seja, a produção de valor de uso, por meio da apropriação da natureza que busca satisfazer as necessidades humanas, sendo “condição universal do metabolismo entre o homem e a natureza, perpétua condição natural da vida humana”. Com isso, a atividade laboral não significa apenas a venda da força de trabalho para outrem: também engloba a produção de valores de uso (por meio do dispêndio de energia, nervos e músculos), mesmo que estes não sejam vendidos, ou comercializados, portanto, não se tornem mercadorias.

Tendo em vista o trabalho que é realizado por meio da venda da força de trabalho, Marx (2010) elabora uma crítica inicial ao capitalismo, discorrendo sobre vários assuntos circunscritos ao âmbito da economia e da filosofia. O autor aponta que o trabalho apresenta uma dicotomia, visto que este gera maravilhas para os ricos, como palácios, abundância e saúde, mas, por outro lado, produz escassez,

pobreza e deficiências para os trabalhadores. Ressalta que apesar do trabalho humano estar sendo substituído por máquinas, isto também impele a maior parte dos trabalhadores para outras formas de trabalho que permanecem sendo degradantes.

A dicotomia está assentada no fato do trabalho ser estranhado (ou alienado<sup>1</sup>). Isto gera um produto estranho ao trabalhador, pois não pertence a ele. Como o produto é resultado da atividade, isto significa que o próprio processo de produção e os meios de produção são alheios ao trabalhador. O motivo pelo qual o trabalhador não reconhece o produto do próprio trabalho como seu, é porque ele está apartado dos meios de produção. Dessa forma, de acordo com Marx (2010, p. 83), o trabalho – que é uma atividade essencial para a vida humana – só ocorre por meio da coerção (física ou não), e caso isto não acontecesse, o empregado fugiria do trabalho como de uma peste.

A concepção acerca do capitalismo e do conceito de trabalho é aprofundada e refinada em Marx (2013). No capítulo que o autor trata da acumulação primitiva de capital é apresentada a gênese histórica (para o caso da Inglaterra<sup>2</sup>) do processo de formação do modo de produção capitalista, com a separação dos trabalhadores dos seus meios de produção. Para o capital, é uma necessidade a existência de uma força de trabalho livre, tanto para vender sua força de trabalho no mercado, como livre dos meios de produção. Dessa forma, era imprescindível que o servo não estivesse preso em um determinado feudo (ou o artesão preso em uma guilda), nem possuísse os meios necessário para sobreviver; caso contrário, a venda da força de trabalho não seria possível se a primeira condição não existisse, e não existiria a necessidade de vender sua força de trabalho caso o trabalhador tivesse a posse dos meios necessários para garantir sua própria subsistência.

Com isso, o movimento histórico que transforma os produtores em trabalhadores assalariados aparece, por um lado, como a libertação desses trabalhadores da servidão e da coação corporativa, e esse é único aspecto que existe para nossos historiadores burgueses. Por outro lado, no entanto, esses recém-libertados só se convertem em vendedores de si mesmos depois de lhes terem sido roubados todos os seus meios de produção, assim como todas as garantias de sua existência que as velhas instituições

---

<sup>1</sup> A diferença entre os dois termos está relacionada à tradução utilizada. Enquanto em Marx (1984) é empregado “alienação”, em Marx (2010) utiliza-se o termo “estranhamento”.

<sup>2</sup> “Apenas na Inglaterra, e por isso tomamos esse país como exemplo, tal expropriação se apresenta em sua forma clássica”. (MARX, 2013. p. 963).

feudais lhes ofereciam. E a história dessa expropriação está gravada nos anais da humanidade com traços de sangue e fogo. (MARX, 2013, p. 962).

A alienação comentada por Marx nos seus *Manuscritos econômico-filosóficos* deriva da separação entre produtores diretos e meios de produção. É com a acumulação primitiva de capital, assentada na expropriação violenta de uma grande massa de camponeses e produtores rurais, os quais são transformados em “proletários absolutamente livres” (MARX, 2013, p. 963), que ocorre a gênese do capitalismo. A violência deste processo – de separação dos meios de produção dos produtores e da transformação destes em assalariados – se estende na habituação dos trabalhadores às novas formas de trabalho. De acordo com Braverman (1987, p. 67), a “criação de uma ‘força de trabalho livre’ exigia métodos coercitivos para habituar os empregados às suas tarefas e mantê-los trabalhando durante dias e anos”.

Essa violência foi necessária para impor a lógica do capital sobre a nova dinâmica de trabalho. Marx (2013) denomina esta primeira imposição de subsunção formal do trabalho ao capital, e afirma que

Com a cooperação de muitos trabalhadores assalariados, o comando do capital se converte num requisito para a consecução do próprio processo de trabalho, numa verdadeira condição da produção. O comando do capitalista no campo de produção torna-se agora tão imprescindível quanto o comando do general no campo de batalha. (MARX, 2013, p. 503-504).

Dessa forma, com a gênese e desenvolvimento do capitalismo, verifica-se uma disputa do capital com os trabalhadores pelo controle do processo do trabalho – da divisão do trabalho, da sua intensidade, da organização da produção, do tempo de trabalho etc. Com isso, a atividade de trabalho passa a ser fortemente condicionada pela lógica do capital; apesar do trabalho permanecer sendo uma atividade fundamental da sociedade capitalista, ele passa a ser subjugado pelas necessidades de valorização, acumulação de capital e da exploração da força de trabalho.

## 2.2 FORÇA DE TRABALHO, EXPLORAÇÃO, MAIS-VALOR (ABSOLUTO E RELATIVO) E ACUMULAÇÃO DE CAPITAL

A concepção de capitalismo utilizada neste trabalho condiz com a ideia de que o período histórico marcado por este modo de produção é calcado pela “influência preponderante de uma forma econômica única”, e que deve ser caracterizada pela natureza da relação socioeconômica predominante. A relevância maior ocorre quando o capitalismo se encontra em determinado estágio o qual ele consegue incutir “sua marca no conjunto da sociedade e exercer influência significativa na modelagem da tendência do desenvolvimento” (DOBB, 1983, p. 10).

A discussão realizada sobre os impactos da lógica do capital sobre a atividade de trabalho parte da consideração de que o capital busca subsumir o trabalho à sua lógica de funcionamento. Dessa forma, é necessário analisar os aspectos gerais do funcionamento do capital e, a partir disso, compreender a dinâmica trabalho neste sistema. Para além disso, a abordagem privilegia o âmbito da produção, pois, de acordo com Dobb (1983), esta esfera (e as transformações que ocorrem nela) aplica uma pressão mais forte e profunda sobre a sociedade do que as relações comerciais<sup>3</sup>.

Com o advento desse modo de produção, a própria capacidade de trabalho é transformada em uma mercadoria. Como Marx (2013) aponta, os trabalhadores não vendem o seu trabalho, mas a sua força de trabalho, ou seja, a sua capacidade de trabalho. A força de trabalho ocupa um papel fundamental dentro do processo produtivo, pois, é a partir da sua efetivação que ocorre a adição de um novo valor ao produto, bem como a transferência de valores antigos – advindos do capital constante.

O processo de produção capitalista não se limita à transferência dos valores antigos para o produto, nem a simples reprodução daquilo que é necessário para a sobrevivência dos trabalhadores, mas na produção de um excedente que Marx (2013) denomina de *mais-valor*. Assim, a jornada de trabalho pode ser dividida em

---

<sup>3</sup> Isso não significa que as relações comerciais não tenham importância sobre a produção, pois como Dobb (1983, p. 20) aponta, também foi do terreno do comércio que surgiu a burguesia. Para além disto, o ciclo do capital perpassa a união das esferas da produção e da circulação (compra e venda de mercadorias) - caso não ocorra a compra da força de trabalho, ou de matérias-primas e insumos por um certo período, a produção será prejudicada, ou poderá ficar impossibilitada.

duas seções, sendo uma caracterizada como o tempo de trabalho necessário, enquanto a outra é denominada de tempo de trabalho excedente.

A primeira diz respeito ao tempo que o trabalhador labora para reproduzir a sua força de trabalho. Este tempo está relacionado ao tempo de trabalho socialmente necessário para produzir aquelas mercadorias que compõem a cesta de itens considerados necessários à reprodução dos trabalhadores – ou seja, é o valor total da cesta. O período da jornada de trabalho que perdura para além disto é denominado de tempo de trabalho excedente. Neste segmento, o trabalhador produz o mais-valor que é apropriado por aquele que comprou sua força de trabalho.

Importante notar que o valor desta cesta de mercadorias não é fixo no tempo, diminuindo de acordo com o aumento na produtividade das forças produtivas. Entretanto, a própria composição da cesta de mercadorias também não é constante ao longo da história, nem igual em todas as regiões, ou países do globo. Por isso, Marx (2013) afirma que o valor da força de trabalho depende de condições históricas e sociais. Tendo em vista o período contemporâneo, é plausível considerar o celular, ou mesmo um computador, como mercadorias necessárias à reprodução dos trabalhadores, pois, ambas podem constituir um meio de trabalho, ou um meio de estudo para qualificação da força de trabalho, seja dos trabalhadores, ou dos seus filhos.

O objetivo do capitalista é que o tempo de trabalho excedente seja o maior possível, que ele extraia o máximo de mais-valor do trabalhador. Marx (2013) distingue o mais-valor em dois tipos: absoluto e relativo. A extração do primeiro diz respeito ao aumento do tempo de trabalho excedente (TTE) tendo como constante o tempo de trabalho necessário (TTN), ou seja, na elevação da jornada de trabalho. Por exemplo, se o tempo de trabalho necessário fosse de 4 horas e a jornada de trabalho passasse de 8 horas para 10, isto significa que o tempo de trabalho excedente aumentou de 4 para 6 horas. Entretanto, este método possui diversas barreiras, como a própria resistência dos trabalhadores, o limite de 24 horas que o dia possui, sendo que uma parcela deste é destinada ao descanso e a reposição da força de trabalho. Mesmo assim, ao observar a história do desenvolvimento capitalista, em particular na Inglaterra, Marx (2013) cita as extensas jornadas de trabalho que chegavam a mais de 14 horas em determinados ramos da produção. De modo semelhante, isto é apontado por Furtado (1983), ao comentar que a principal forma dos empresários reduzirem seus custos de produção e aumentarem

seus lucros (quando as técnicas de produção ainda eram rudimentares) era por meio das extensas jornadas de trabalho, ou da redução salarial.

O segundo método é por meio da diminuição do tempo de trabalho necessário. Isto ocorre com a queda do valor da força de trabalho, ou seja, quando sucede uma redução no valor das mercadorias que são necessárias à reprodução da força de trabalho. Mas para que isso seja possível é preciso uma progressão das forças produtivas nos setores que produzem estas mercadorias, ou nos que fornecem capital constante para estes setores. Por exemplo, com o melhoramento genético na produção de frango foi possível reduzir o tempo de criação até o abate: em 1930 o tempo médio era de 100 dias, e atualmente é de 42 (PERES, 2021; EVOLUÇÃO..., 2009). Em outras palavras, ocorreu uma diminuição do tempo de trabalho socialmente necessário para a produção da carne de frango e, conseqüentemente, do valor da força de trabalho.

De forma semelhante, pode ser citado o desenvolvimento de fertilizantes que melhoram a fertilidade do solo, ou de uma nova plantadeira que dê mais precisão ao processo de dosar, distribuir e operar o plantio de sementes, como o milho e a soja, resultando no aumento da produtividade destas. Mesmo que uma colheitadeira não faça parte da cesta de mercadorias necessárias à reprodução da classe trabalhadora, ela torna a produção de algumas destas menos dispendiosa, contribuindo, assim, para a diminuição do valor da força de trabalho. Nas palavras de Marx (2013, p. 485)

Portanto, a queda no valor da força de trabalho também é causada por um aumento na força produtiva do trabalho e por um correspondente barateamento das mercadorias naquelas indústrias que fornecem os elementos materiais do capital constante, isto é, os meios e os materiais de trabalho para a produção dos meios de subsistência. Em contrapartida, nos ramos de produção que não fornecem nem meios de subsistência nem meios de produção para fabricá-los, a força produtiva aumentada deixa intocado o valor da força de trabalho.

Marx (2013) também reconhece que o capitalista pode, simplesmente, pagar um salário abaixo do valor da força de trabalho como um meio para aumentar o excedente extraído. Entretanto, a maior parte da sua análise no livro 1 de O Capital tem como pressuposto que as mercadorias são compradas e vendidas pelo seu valor, dessa forma, para que salário caia, é necessário que o valor da força de trabalho diminua.

Ambas as formas, do mais-valor absoluto e do relativo, coexistem no modo de produção capitalista; uma não exclui a outra. Como Marx (2013) afirma, a primeira é a base para a segunda, e consiste apenas na ampliação da jornada de trabalho para além do tempo de trabalho necessário, enquanto a última “revoluciona inteiramente os processos técnicos do trabalho e os agrupamentos sociais”. Semelhante a tal afirmação, Marx e Engels (2005, p. 43), destacaram que a classe burguesa “não pode existir sem revolucionar incessantemente os instrumentos de produção, por conseguinte, as relações de produção e, com isso, todas as relações sociais”. Dessa forma, é possível depreender que por causa da intenção de aumentar a exploração da classe trabalhadora, tratando-se do mais-valor relativo, para atingir este objetivo, os capitalistas buscam investir em forças produtivas mais eficientes.

O avanço dessas forças pode estar relacionado a uma nova divisão do trabalho, ou ao desenvolvimento de ferramentas de produção mais eficientes, como o surgimento da maquinaria e a sua crescente aplicação no processo produtivo. Dentro do modo de produção capitalista, devido à coerção da concorrência, os capitalistas buscam incessantemente reduzir os custos de produção, seja pela substituição de trabalhadores por máquinas, ou pela utilização de um maquinário mais moderno que aumente o produto por trabalhador. Dessa forma, verifica-se uma modificação na composição orgânica do capital (COC). Isso quer dizer que a proporção entre o capital constante (maquinaria, matérias-primas, instalações etc.) e o capital variável (força de trabalho) aumenta em favor do primeiro.

Essa é uma tendência do modo de produção capitalista e, de acordo com Marx (2013), isso não significa que o número de trabalhadores empregados diminuirá em termos absolutos, mas apenas em termos relativos. Ou seja, no processo de reprodução ampliada do capital verifica-se um aumento absoluto do capital constante e do capital variável utilizado, sendo que o primeiro aumenta mais que o segundo.

Como foi apontado, o incremento nas forças produtivas está relacionado ao movimento dos capitalistas em diminuir seus custos de produção. Considerando que a grandeza do valor das mercadorias é determinada pelo tempo de trabalho *socialmente* necessário, e que um determinado ramo industrial é composto por diversas firmas que concorrem entre si (as quais produzem mercadorias com um valor de uso semelhante), aquelas que produzirem com um valor menor do que o social, vão tirar um mais-valor adicional do mercado. Apesar de Marx (2013, p. 486)

não aprofundar a análise sobre a dinâmica da concorrência, ele aponta que estas apresentam-se “à mente do capitalista individual como a força motriz de suas ações”.

De acordo com Maldonado (1990), a equalização do preço de venda das mercadorias possibilita diferentes níveis de rentabilidade entre as empresas que concorrem em uma mesma indústria. Dessa forma, aquelas que possuírem maior produtividade, com menores custos de produção, vão obter taxas de lucro mais elevadas – uma taxa de lucro extraordinária. Ou seja, o próprio processo concorrencial cria diferentes graduações entre as taxas de lucro de um determinado ramo industrial.

Acerca da tendência de aumento da composição orgânica do capital, resultado da concorrência entre os diversos capitalistas, Sweezy (1976, p. 125) afirma que esta “[...] é a expressão da crescente produtividade do trabalho; por outro lado, a decrescente taxa de lucro que a acompanha deve, em última análise, obstruir os canais da iniciativa capitalista”. O apontamento de Sweezy está de acordo com a elaboração de Marx (2021, p. 284), acerca da tendência de queda da taxa de lucro, onde este afirma que

Essa é uma lei da produção capitalista, lei dada pelas constantes revoluções nos próprios métodos de produção, pela constante desvalorização do capital existente acarretada por essas revoluções, pela luta concorrencial generalizada e a necessidade de melhorar a produção e ampliar sua escala, apenas como meio de autoconservação e sob pena de sucumbir. [...] Quanto mais se desenvolve a força produtiva, mais ela entra em conflito com a base estreita sobre a qual repousam as relações de consumo.

Como Marx (2021) indica, a taxa de lucro ( $l'$ ) expressa a relação entre o excedente extraído pelo capitalista, o mais-valor ( $m$ ), e o capital total, ou seja, a soma do capital constante ( $c$ ) e o capital variável ( $v$ ).

Para além disto, Marx (2021, p. 95) aponta que a taxa de lucro é “determinada por dois fatores principais: a taxa do mais-valor e a composição de valor do capital<sup>4</sup>”. A taxa de mais-valor ( $m'$ ) é a relação entre o mais-valor ( $m$ ) e o gasto com salários

---

<sup>4</sup> Neste trabalho não discutimos as diferenças entre a composição orgânica do capital e a composição valor do capital. Para mais detalhes, ver Marx (2013, p. 835-836), Araújo (2017), Saad Filho (2011) e Ozorio (2021).

( $v$ ), e a composição de valor do capital ( $q$ ), pela relação entre o capital constante e o capital variável ( $\frac{c}{v}$ ).

Se,

$$m' = \frac{m}{v}$$

Então,

$$m = m' \cdot v$$

Desse modo, é possível apresentar a taxa de lucro ( $l'$ ) da seguinte forma:

$$l' = \frac{m' \cdot v}{v + c}$$

Seguindo:

$$l' = m' \cdot \frac{v}{v(1 + \frac{c}{v})}$$

Simplificando a equação:

$$l' = \frac{m'}{\frac{c}{v} + 1}$$

Como, a composição orgânica do capital pode ser representada por:

$$q = \frac{c}{v}$$

Obtemos a seguinte expressão:

$$l' = \frac{m'}{q + 1}$$

Esta fórmula serve para evidenciar o que Marx apontou sobre a taxa de lucro ser determinada pela taxa de mais-valor ( $m'$ ) e a composição valor do capital ( $q$ ). A partir disto, é possível inferir que o aumento da taxa de lucro pode ser resultado do aumento da taxa de exploração dos trabalhadores, ou de uma queda da composição valor do capital, ou de ambos. Pelo contrário, a queda da taxa de lucro pode ser causada pela queda da taxa de exploração, ou pelo aumento da composição do valor do capital, ou por ambas. Existem outras possibilidades, mas o importante a ser ressaltado é que o aumento da composição valor do capital pressiona a taxa de lucro para baixo, e isto evidencia uma contradição latente no mecanismo de

funcionamento da sociedade capitalista: na busca por aumentar a extração do mais-valor, por meio da utilização de máquinas e equipamentos, pode ocorrer numa queda da taxa de lucro, e como Marx (2021, p. 298) aponta, esta “[...] é a força motriz na produção capitalista, na qual só se produz aquilo que se pode produzir com lucro e na medida em que se possa produzi-lo com lucro”.

Enquanto  $q$  reflete a produtividade, ou seja, o grau de desenvolvimento tecnológico,  $m'$  é a expressão econômica da luta de classes, da relação entre a distribuição dos lucros e dos salários. Para isso, é necessário afrouxar a condição de que as mercadorias são compradas e vendidas pelo seu valor<sup>5</sup>, neste caso, o preço pago pela força de trabalho pode estar abaixo (ou acima) do seu valor. Como a categoria preço já pertence à esfera do concreto, existem outras influências para além daquelas que determinam o valor de uma mercadoria, como a questão da oferta e da demanda por trabalho que é fortemente condicionada pela conjuntura econômica, pelo tamanho do exército industrial de reserva, do grau de organização da classe trabalhadora por meio dos sindicatos e partidos, pelo arcabouço que rege as relações de trabalho etc.

A questão da crise é um tema de grande controvérsia tanto na teoria marxista, como na teoria econômica em geral. O objetivo não é aprofundar o tema, mas situar que na dinâmica capitalista existe uma pressão para aumentar a produtividade por meio da crescente utilização de máquinas no processo produtivo (aumento da COC<sup>6</sup>), que isto pode pressionar a taxa de lucro para baixo – destacando que Marx considera a taxa de lucro como a força motriz da produção capitalista; ou seja, a queda desta pode prejudicar a acumulação de capital, e irromper em uma crise econômica. Outra questão central é o tempo de rotação do capital, pois Marx (2021, p. 99-100) considera que a taxa de lucro anual é determinada pela taxa de lucro de uma rotação, multiplicada pelo número de rotações naquele período<sup>7</sup>. Em suma,

---

<sup>5</sup> Se a análise permanecer restrita à hipótese de que as mercadorias são vendidas e compradas pelos seus valores, neste caso, a força de trabalho, isto significaria que os trabalhadores seriam remunerados sempre pelo valor da força de trabalho; entretanto, na prática, isto não ocorre. Essa condição é importante para a exposição de Marx sobre o funcionamento do capital, mas, por causa da luta de classes, da disputa entre os trabalhadores e os empresários, os salários variam para além do seu valor, dessa forma, o grau de exploração dos trabalhadores também depende de fatores políticos.

<sup>6</sup> Marx (2021) aponta que o comércio exterior e o barateamento do capital constante atuam no sentido de rebaixar a composição orgânica do capital.

<sup>7</sup> “A taxa de lucro caiu pela metade porque o tempo de rotação dobrou” (MARX, 2021, p. 100).

existe uma ampla gama de elementos que influenciam a taxa de lucro média em um determinado período.

Por esses motivos, a Lei da Queda Tendencial da Taxa de Lucro (LQTTL) não deve ser interpretada de forma fatalista. Deve ser evidenciado de que no processo de acumulação de capital existe uma tendência de aumento da COC, portanto, da crescente utilização de máquinas e equipamentos por unidade de trabalho e que isto é um fator que pressiona a taxa de lucro para baixo, quando a taxa de mais-valor permanece constante. Isso está na essência da dinâmica do capital, e é fundamental para compreender os impactos causados pela utilização capitalista da maquinaria sobre o trabalho.

### 2.3 OS IMPACTOS DA MAQUINARIA SOBRE O TRABALHO: A VISÃO MARXIANA

De modo inicial será apresentada e discutida a visão de Marx sobre os efeitos da aplicação da maquinaria sobre o trabalho, tendo como principal referência o capítulo 13 de O Capital. A partir desta base marxiana, analisar-se-á, nos próximos capítulos, as relações de trabalho na 1ª, 2ª, 3ª Revolução Industrial, e naquilo que está sendo denominado de 4ª Revolução Industrial, ou Indústria 4.0.

Marx (2013) entende que o trabalho ocupa um papel central na produção, apesar da crescente utilização do capital constante, é por meio da atividade de trabalho que os trabalhadores transferem os valores do capital constante ao produto e adicionam um novo valor. Ao citar Stuart Mill, Marx também questiona a ideia de que o desenvolvimento da maquinaria tenha aliviado o peso do trabalho de qualquer ser humano. Isso serve para sinalizar a essência da sua posição que será desenvolvida sobre o papel que a maquinaria ocupa dentro da dinâmica capitalista: baratear as mercadorias, diminuindo a fração da jornada de trabalho que o trabalhador trabalha para si próprio, podendo, assim, prolongar o tempo de trabalho excedente e expandir a produção do mais-valor.

[...] ela [maquinaria] facilita o trabalho, ao passo que, utilizada de modo capitalista, ela aumenta sua intensidade; como, por si mesma, ela é uma vitória do homem sobre as forças da natureza, ao passo que, utilizada de modo capitalista, ela subjuga o homem por intermédio das forças da natureza. (MARX, 2013, p. 626).

Na análise realizada por Marx, observando o desenvolvimento do capitalismo na Inglaterra no século XIX, é desenvolvido o caráter contraditório existente na maquinaria, entre aquilo que seria possível (em termos ideais), e o concreto (dentro dos limites capitalistas), tendo em vista que a máquina tomada em si, pode ser um meio para facilitar o trabalho humano, tornar este menos penoso, e encurtar o tempo necessário de labor para reproduzir as necessidades dos trabalhadores; mas, quando considerada dentro da lógica capitalista, a sua utilização é destinada para atender as necessidades dos donos dos meios de produção.

Com o objetivo de evidenciar que a aplicação das máquinas depende principalmente da possibilidade de extrair um excedente maior da produção, ou seja, que ela só será utilizada caso diminua os custos de produção, Marx (2013, p. 574-575) cita dois exemplos: o primeiro, é do desenvolvimento de uma britadeira pelos “ianques”, a qual não era utilizada pelos ingleses, porque o salário dos trabalhadores agrícolas era tão ínfimo que compensava mais a utilização destes do que substituí-los por máquinas; segundo, da contratação de mulheres, ao invés de cavalos ou máquinas, para puxar os barcos nos canais, pelo mesmo motivo que no primeiro caso. “Por essa razão, em nenhum lugar se encontra um desperdício mais desavergonhado de força humana para ocupações miseráveis do que justamente na Inglaterra, o país das máquinas”.

Acerca das transformações e dos efeitos da “produção mecanizada sobre o trabalhador”, Marx (2013, p. 575) discute sobre:

- a) a apropriação da força de trabalho feminino e infantil;
- b) prolongamento da jornada de trabalho;
- c) intensificação do trabalho.

O primeiro ponto trata da entrada das mulheres e das crianças no mercado de trabalho na Inglaterra, principalmente, a partir da 1ª Revolução Industrial, porquanto o desenvolvimento das máquinas tornou a força física um elemento menos necessário no processo produtivo. Isso reduziu o valor da força de trabalho, dado que este representa as necessidades de reprodução não só do trabalhador, mas da sua família – com a venda da força de trabalho dos demais membros da família, o valor da força de trabalho passa a ser repartido entre o salário de todos. Dessa forma, a maquinaria ampliou “o campo de exploração propriamente dito do capital, também o grau de exploração” (MARX, 2013, p. 576).

O segundo ponto apresentado por Marx (2013), de que o desenvolvimento da maquinaria impele o capitalista a prolongar a jornada de trabalho, à primeira vista, parece ser contraditório. Observando o período que remete a 1ª Revolução Industrial na Inglaterra, é recorrente a existência de relatos com jornadas de trabalho de 12 horas diárias. De acordo com os dados compilados por Basso (2018, p. 181), em 1840, no Reino Unido a jornada de trabalho anual estava em torno de 3000 a 3500 horas, enquanto em 1987, ela era de aproximadamente 1850 horas semanais, ou seja, uma considerável diminuição da jornada de trabalho.

Para além disso, não são poucos os economistas que vinculam a origem da diminuição da jornada de trabalho na utilização de máquinas mais eficientes, por exemplo, Keynes (2010), em uma aula pública no ano de 1930, argumentou que em 100 anos, ou seja, em 2030, devido ao progresso tecnológico proporcionado pelo avanço do capitalismo, o tempo de trabalho diário seria de apenas 3 horas. Diferentemente desta previsão de Keynes, Marx (2013) compreende que o objetivo da produção capitalista, ao mecanizar a produção, não é diminuir a jornada de trabalho, mas reduzir o tempo de trabalho necessário, aumentando, assim, o tempo de trabalho excedente. Para além disto, o autor aponta outros fatores que impelem o capitalista a ampliar a jornada de trabalho:

- a) com o crescimento do capital constante, também aumenta a necessidade de o capitalista não deixar este capital ocioso<sup>8</sup>, pois, a máquina, as instalações, a matéria-prima etc., só são capital quando são efetivamente utilizadas. Para além disto, uma fábrica que opera apenas 12 horas por dia irá extrair a metade de mais-trabalho caso ela funcionasse 24 horas por dia. Ampliando a jornada de trabalho, a escala de produção também é ampliada, sem, entretanto, ter que aumentar o capital fixo investido (MARX, 2013, p. 587);
- b) o desgaste da maquinaria é duplo: por um lado, está relacionado a sua utilização; “o outro, de seu não uso, como uma espada inativa enferruja na bainha” (MARX, 2013, p. 586);
- c) para além do desgaste advindo da utilização da maquinaria, ela também sofre com o desgaste “moral”. “Ela perde valor de troca na medida em que máquinas de igual construção pode ser reproduzidas de forma mais barata,

---

<sup>8</sup> Marx (2013, p. 587), ao citar Ashworth, “Quando um trabalhador agrícola [...] põe de lado sua pá, ele torna inútil, por esse período, um capital de 18 pence. Quando um dos nossos (isto é, um dos operários fabris) abandona a fábrica, ele torna inútil um capital que custou £100.00.”

ou que máquinas melhores passam a lhe fazer concorrência.” (MARX, 2013, p. 586).

Esses fatores citados impelem o capital a buscar o prolongamento da jornada de trabalho. Apesar disto, em seguida Marx (2013, p. 591) discute a questão da “intensificação do trabalho”, pois, devido ao prolongamento desmedido da jornada de trabalho – que ocorreu simultaneamente ao desenvolvimento da maquinaria – sucedeu uma reação dos trabalhadores que conseguiu impor limites legais na jornada de trabalho. Com a impossibilidade da ampliação desta, o capital lança sua avidez sobre a sua intensidade. Diferentemente do caso em que avanço das forças produtivas permite o trabalhador produzir mais valores de uso com o mesmo dispêndio de energia (cérebro, músculos e nervos), ou seja, quando ocorre um aumento da produtividade do trabalho, a intensificação deste implica, necessariamente, no aumento do gasto de energia do trabalhador em um mesmo período e isto resulta em um maior número de valores de uso produzidos. Em suma, ocorre

[...] uma tensão maior da força de trabalho, um preenchimento mais denso dos poros do tempo de trabalho, isto é, impõe ao trabalhador uma condensação do trabalho num grau que só pode ser atingido com uma jornada de trabalho mais curta. (MARX, 2013, p. 592).

Pode existir uma relação inversa entre a intensidade do trabalho e a duração da jornada de trabalho, onde uma redução desta pode ser necessária para o aumento daquela. A intensificação do trabalho pode ocorrer por meio da aceleração da velocidade da máquina, a qual o trabalhador deve acompanhar, ou pela ampliação da quantidade de tarefas executadas pelo mesmo trabalhador, como o aumento de máquinas que devem ser supervisionadas, entre outras formas.

A utilização da maquinaria está alicerçada na necessidade de o capital ampliar a extração de mais-trabalho. Não é possível deduzir que devido ao aumento da produtividade, originado na utilização de máquinas mais eficientes, será verificada uma redução da jornada de trabalho; não seria adequado estabelecer uma relação de determinação neste sentido, onde um aumento daquela gera, necessariamente, uma diminuição desta. É possível que ocorra uma redução na jornada de trabalho com a implementação de máquinas e equipamentos mais produtivos, entretanto, isto não é uma certeza, pois, outros fatores devem ser considerados neste movimento, como a luta de classes (BASSO, 2018).

É possível afirmar que, em termos marxianos, a utilização da maquinaria na sociedade capitalista está balizada pela lógica de acumulação de capital, portanto, da extração de mais-trabalho. Os elementos que impelem o capital a estabelecer o funcionamento ininterrupto da fábrica, não permitindo que capital constante fique ocioso em momento algum, não equivale a dizer que o mesmo trabalhador irá operar este capital ininterruptamente, como se o próprio também fosse uma máquina. Esta questão é contornada pelos revezamentos dos trabalhadores em diferentes turnos de trabalho – algo que Marx (2013) já observava em sua época, e que permanece vivo no capitalismo contemporâneo.

Nessa dissertação, a análise da maquinaria permaneceu limitada à literatura marxiana. Optou-se por elencar os elementos mais abstratos da dinâmica do funcionamento do capital, e como a utilização da maquinaria na sociedade capitalista é fortemente influenciada pelas necessidades dos capitalistas, ou seja, pela extração de mais-trabalho. A partir disto, foram apresentadas três repercussões que o próprio Marx (2013) denominou de “efeitos imediatos da mecanização sobre os trabalhadores”: da apropriação das forças de trabalho “subsidiárias”, do prolongamento da jornada de trabalho e da intensificação desta.

Para este trabalho, a análise que será construída nos próximos capítulos não permanecerá limitada aos apontamentos feitos por Marx, mas se utilizará destes como base para a investigação, tanto os aspectos gerais da dinâmica do capital que influenciam a utilização da maquinaria, como as repercussões do emprego da maquinaria sobre os trabalhadores.

## 2.4 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Para debater as modificações ocorridas nas relações de trabalho no capitalismo contemporâneo, parece adequado compreender o significado da categoria *trabalho* de modo mais geral e situá-la na dinâmica capitalista. Utilizou-se do arcabouço marxista para apresentar o papel do trabalho na evolução da espécie humana – como foi possível, por meio da atividade de trabalho, o crescente “domínio” da humanidade em relação à natureza. Com a complexificação da capacidade de trabalho, o desenvolvimento tende a depender cada vez menos dos aspectos biológicos, e cada vez mais dos sociais.

O trabalho está diretamente relacionado ao próprio surgimento da humanidade – aquilo que Lukács (2018) denomina de fenômeno originário – e está presente em todos os modos de produção que existiram até o momento. Com o surgimento e desenvolvimento do capitalismo, os autores da Economia Política, em especial Marx, enxergavam o trabalho como um elemento central para a análise deste modo de produção; para Marx, a principal contradição deste sistema reside na exploração do trabalho.

Conforme Marx (2015, p. 87) aponta, para apreender corretamente as repercussões da utilização da maquinaria e de seu desenvolvimento na sociedade contemporânea, é necessário compreender a dinâmica do capital em seus aspectos gerais. Por isso, foi elaborado o significado de algumas categorias que parecem ser essenciais na dinâmica do capitalismo e para o estudo da maquinaria – portanto, da Indústria 4.0 – como a ideia de força de trabalho, mais-valor absoluto, e mais-valor relativo, composição orgânica do capital etc.

Acerca da análise da maquinaria, foi apresentada a visão marxiana de sua utilização, que está alicerçada na busca capitalista em ampliar a quantidade de mais-trabalho, por meio do mais-valor relativo e do lucro extraordinário, ou simplesmente, da própria necessidade de sobrevivência dos capitalistas na dinâmica da concorrência. Acerca disso, Marx (2013) discorre sobre o prolongamento da jornada de trabalho e a intensificação deste. Esses apontamentos serão discutidos nos próximos capítulos, a partir do estudo da evolução das forças produtivas, privilegiando determinados momentos, como a 1ª e a 2ª Revolução Industrial, a 3ª Revolução Industrial, e aquilo que está sendo denominado de Indústria 4.0.

### 3 A HISTÓRIA DAS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS E O PROMETEU MODERNO

Do nascimento do capitalismo até o final do século XX, a literatura econômica identifica a ocorrência de três Revoluções Industriais. A 1ª (1RI), transcorreu entre as décadas de 1760 e 1840; a 2ª (2RI) aconteceu entre 1860-1914; por último, a 3ª (3RI) teve seu início entre a década de 1960 e 1970, e permanece em aberto a discussão se ela ainda está em andamento, ou se já foi superada pela Indústria 4.0 que seria uma 4ª Revolução Industrial (4RI).

Neste capítulo, primeiro será abordado o conceito de relações de trabalho e, em seguida, analisado o desenvolvimento da 1RI, 2RI e 3RI, destacando a evolução das forças produtivas e a associação destas com as transformações nas relações sociais de produção. Como é destacado por Fonseca Filho (2007, p. 13), “o cientista estará mais seguro em suas pesquisas e mais preparado para novos desafios se souber como seu assunto específico evoluiu historicamente”, por isso, o estudo desses acontecimentos é um elemento importante para compreender com maior profundidade a Indústria 4.0 que será abordada no próximo capítulo.

#### 3.1 O QUE SÃO AS RELAÇÕES DE TRABALHO

Trabalho é o processo que medeia a relação dos homens com a natureza, é o que diferencia os seres humanos dos outros animais. Nas palavras de Marx (2013, p. 326-327), é o que distingue “o pior arquiteto da melhor abelha”, pois o primeiro é capaz de idealizar aquilo que irá criar. De certa forma, é a capacidade reflexiva consciente dos seres humanos que consegue antecipar os resultados das ações executadas sobre a natureza.

Em um primeiro momento, o conceito de *relações de trabalho* pode ser delimitado ao modo de produção que é analisado, por exemplo, as relações de trabalho no capitalismo são radicalmente diferentes daquelas no modo de produção escravista. No primeiro, ocorre a venda da força de trabalho por um prazo determinado, tendo em vista que o trabalhador é livre para escolher para qual capitalista irá vender a sua capacidade de trabalho; diferentemente, no segundo, em uma das possíveis formas do escravagismo, o escravo é vendido como mercadoria, tendo de trabalhar para determinado senhor até a morte, ou até que seja vendido para outro senhor de escravos.

De acordo com Marx (2009), são as relações sociais de produção, portanto, as relações de trabalho que, articuladas às forças produtivas, vão servir de alicerce para a formação da superestrutura jurídica e política das formações sociais. A relação entre a estrutura e a superestrutura forma uma unidade, onde uma não existe sem a outra. Como é uma relação, uma exerce influência sobre a outra, mas é importante destacar que a primeira efetua maior pressão sobre a segunda. Na medida que ocorre o desenvolvimento das forças produtivas, a regulação jurídica e política das relações de propriedade pode entrar em contradição com a tecnologia existente e, nestes momentos, origina-se uma época de “revolução social”.

[...] na produção social da própria existência, os homens entram em relações determinadas, necessárias, independentes de sua vontade; essas relações de produção correspondem a um grau determinado de desenvolvimento de suas forças produtivas materiais. A totalidade dessas relações de produção constitui a estrutura econômica da sociedade, a base real sobre a qual se eleva uma superestrutura jurídica e política e à qual correspondem formas sociais determinadas de consciência. O modo de produção da vida material condiciona o processo de vida social, política e intelectual. [...] Em uma certa etapa de seu desenvolvimento, as forças produtivas materiais da sociedade entram em contradição com as relações de produção existentes, ou, o que não é mais que sua expressão jurídica, com as relações de propriedade no seio das quais elas se haviam desenvolvido até então. De formas evolutivas das forças produtivas que eram, essas relações convertem-se em entraves. Abre-se, então, uma época de revolução social. A transformação que se produziu na base econômica transforma mais ou menos lenta ou rapidamente toda a colossal superestrutura. (MARX, 2009, p. 47-48).

A partir desta passagem é possível depreender que a mudança de um modo de produção para outro, por exemplo, do feudalismo para o capitalismo, perpassou o desenvolvimento das forças das produtivas que entraram em conflito com a superestrutura política e jurídica, e, assim, foi aberto um espaço para a revolução social que originou o sistema capitalista de produção. O objetivo deste trabalho não é utilizar tal fragmento para debater a dinâmica de transformação de um modo de produção para outro, como do capitalismo para o socialismo, mas compreender que dentro do próprio modo de produção capitalista, o desenvolvimento das forças produtivas entra em contradição tanto com as relações sociais de produção existentes, como com as leis existentes (regulação jurídica e política), e isso é um fator que irá desencadear alterações tanto nas relações de trabalho, como nas leis que regulam as relações de produção e de propriedade.

Tal visão dialoga com outras passagens da obra do Marx e do Engels, quando os autores afirmam que a burguesia “não pode existir sem revolucionar incessantemente os instrumentos de produção, por conseguinte, as relações de produção e, com isso, todas as relações sociais” (MARX; ENGELS, 2005, p. 43), ou quando Marx (2013, p. 707) aponta que o aumento da exploração pela implementação de métodos produtivos mais eficientes, como a utilização de máquinas e equipamentos mais modernos, “revoluciona inteiramente os processos técnicos do trabalho e os agrupamentos sociais”.

Por isso, mesmo que a essência das relações de trabalho dentro do modo de produção capitalista não seja alterada – esta permanece alicerçada no assalariamento, na “liberdade” dos trabalhadores em escolherem para quem vão vender sua força de trabalho, no fato de que o trabalhador é subsumido aos meios de produção, e não estes ao trabalhador –, isto não impede que as relações de trabalho sofram modificações: a passagem da cooperação para a manufatura, e desta para o moderno sistema fabril que Marx (1987, p. 385) caracteriza como diferentes “formas de trabalho socialmente desenvolvido”, representam etapas de desenvolvimento do capital.

Isso significa que as relações de trabalho no capitalismo são delimitadas pela lógica do capital, mas possuem diferentes tonalidades: o trabalho assalariado segue fundamento na exploração do trabalho, na extração do mais-valor voltado à valorização do capital etc. Por isso, para abordar as relações de trabalho, primeiro serão discutidas em seus aspectos gerais e, posteriormente, serão analisadas nos seus diferentes períodos históricos.

As relações de trabalho estão situadas dentro da estrutura econômica da sociedade, entretanto, não estão restritas à esta esfera. O próprio Marx (2013) destina um capítulo inteiro do primeiro livro de *O Capital* para tratar dos limites da jornada de trabalho e da luta dos trabalhadores ingleses para reduzir a jornada de trabalho, com a sua formalização na letra da lei. Ao mesmo tempo, a jornada de trabalho não é de modo algum exatamente limitada pelo que está determinado na lei de qualquer que seja o país, isso diz respeito tanto aos trabalhadores informais que não são protegidos pela legislação trabalhista, ou, inclusive, pelos trabalhadores que possuem proteção legal.

Isso não significa que a regulamentação jurídica das relações de trabalho, como da jornada de trabalho, não possui valor algum, mas que a formalização dos direitos trabalhistas no âmbito legal apresenta limitações na sua aplicação efetiva.

Para 'se proteger' contra a serpente de suas aflições, os trabalhadores têm de se unir e, como classe, forçar a aprovação de uma lei, uma barreira social intransponível que os impeça a si mesmos de, por meio de um contrato voluntário com o capital, vender a si e a suas famílias à morte e à escravidão. No lugar do pomposo catálogo dos 'direitos humanos inalienáveis', tem-se a modesta Magna Charta de uma jornada de trabalho legalmente limitada, que 'afinal deixa claro quando acaba o tempo que o trabalhador vende e quando começa o tempo que lhe pertence'. (MARX, 2013, p. 466).

A extensão da jornada de trabalho permanece como um elemento basilar dentro das relações de trabalho, inclusive no atual estado de desenvolvimento das forças produtivas. Ela está na essência do mais-valor absoluto e é um meio para a ampliação da extração do mais-trabalho, tanto nos setores que predomina a utilização do capital variável, como naqueles que o capital constante é mais relevante. O aumento da jornada de trabalho tende a elevar o mais-trabalho apropriado pelo capitalista, por exemplo, se a jornada de trabalho de 8 horas é igualmente dividida entre tempo de trabalho necessário e excedente, um acréscimo de 2 horas (mantida a proporção entre as duas frações) irá proporcionar um aumento de 1 hora do excedente de trabalho apropriado pelo capitalista. Para uma empresa com 80 funcionários, isso significa, na prática, 80 horas de mais-trabalho por dia, ou seja, algo que só poderia ser alcançado com a contratação de 10 novos trabalhadores. Por isso, sob a lógica do capital, é perfeitamente normal coexistirem trabalhadores que possuam extenuantes jornadas de trabalho, enquanto outros estão subocupados, ou desempregados.

A intensidade do trabalho diz respeito à maior quantidade de trabalho executada em um mesmo período. A partir da fixação dos limites da jornada de trabalho, é possível o capitalista ampliar o mais-valor extraído por meio da condensação daquela, ou seja, pela diminuição dos poros da jornada, com o aumento da quantidade de trabalho realizado em um mesmo espaço de tempo. Isso representa um maior desgaste do trabalhador.

No momento em que a jornada de trabalho é estabelecida por lei, o capitalista tenta intensificá-la, sem, entretanto, deixar de lutar pelo aumento da mesma. Ambas vão resultar em algum grau de resistência dos trabalhadores que tende a ser maior

nos períodos de baixo desemprego, momento que os operários estão em condições mais favoráveis de lutar pelos seus direitos; por outro lado, a intensificação do trabalho encontra um terreno mais fértil em conjunturas de recessão econômica, ou crise, quando o medo do desemprego assola os trabalhadores.

A resistência também é afetada pela dificuldade de substituir um trabalhador por outro. Na medida que o seu trabalho exige mais tempo de treinamento e de formação, o operário tem maior capacidade de resistir à pressão e a cobrança no ambiente de trabalho. Por isso, a intensidade do trabalho deve ser analisada levando em consideração tanto o grau de divisão do trabalho, como os instrumentos de trabalho (nível de desenvolvimento das forças produtivas). Na medida que o operário executa um menor conjunto de tarefas, ele irá efetuá-las de forma mais precisa e carecerá de menos tempo de treinamento para desempenhá-las. Em outras palavras, ele se torna uma peça mais fácil de ser substituída. De modo semelhante isso ocorre com o desenvolvimento da maquinaria que simplifica o trabalho dos operários.

Da especialidade vitalícia em manusear uma ferramenta parcial surge a especialidade vitalícia em servir a uma máquina parcial. Abusa-se da maquinaria para transformar o trabalhador, desde a tenra infância, em peça de uma máquina parcial. Desse modo, não apenas são consideravelmente reduzidos os custos necessários à reprodução do operário como também é aperfeiçoada sua desvalida dependência em relação ao conjunto da fábrica e, portanto, ao capitalista (MARX, 2013, p. 606).

Por isso, a evolução da manufatura e do aprofundamento da divisão do trabalho, articulado ao desenvolvimento da maquinaria, são processos que estão atrelados ao desenvolvimento histórico do capital e fornecem uma base material para o estabelecimento da subsunção real do trabalho ao capital, onde os capitalistas possuem condições objetivas que lhes permitem controlar, em maior grau, o processo de trabalho. Desse modo, a especialização atrelada à evolução da divisão do trabalho é amplificada pela implementação da maquinaria que, aumenta a produtividade do trabalho e, ao mesmo tempo, facilita a intensificação do ritmo de trabalho, pois retira parte da capacidade de controle do processo produtivo pelos trabalhadores.

Além das variáveis extensão e intensidade da jornada de trabalho, o preço da força de trabalho, o salário e a forma deste, se o salário é pago por hora, ou por produtividade (“por peça”), também são elementos que constituem a análise das

relações de trabalho. O salário tende a destoar do valor da força de trabalho, da mesma forma que o preço de uma mercadoria não é, necessariamente, igual ao seu valor. O valor das mercadorias, inclusive da força de trabalho, é determinado pela quantidade de trabalho socialmente necessário para a produção delas, ou seja, como foi argumentado no capítulo anterior, o valor da força de trabalho diz respeito à cesta de mercadorias necessárias para a reprodução do trabalhador e de sua família. Enquanto o salário também é influenciado por outros elementos, como a relação entre a oferta e a demanda de trabalhadores, pelo grau de organização dos trabalhadores etc.

Para o trabalhador, a magnitude do salário afeta diretamente a qualidade da reprodução de sua força de trabalho, pois, levando em consideração que a maior parte da classe trabalhadora tem no salário a única fonte de renda, este irá condicionar o acesso dos trabalhadores às mercadorias, como comida, moradia, transporte, saúde, vestimenta, lazer, educação etc. Assim, a remuneração dos trabalhadores influencia, em grande medida, a qualidade de vida destes. Isso não significa que ela é determinada exclusivamente pela renda salarial, para além disso, as próprias condições de trabalho ocupam um lugar importante, pois parte significativa do Dia do Trabalhador perpassa o ambiente de trabalho (e sua ida até este).

A forma de remuneração salarial também representa um aspecto importante, se é pago por hora trabalhada, ou por produtividade (“por peça”). Na primeira, de acordo com Marx (2013, p. 752), estando dado preço do trabalho, o salário irá variar de acordo com a quantidade de trabalho; do contrário, se a quantidade de trabalho diária, semanal ou mensal é fixa, então, o salário irá variar apenas quando ocorrer alterações no preço do trabalho. Mesmo que o salário por hora forneça, de certo modo, maior previsibilidade para o trabalhador, na medida em que este tenha uma jornada de trabalho fixa, isto não é uma realidade para todos os trabalhadores, especialmente para aqueles que possuem um trabalho intermitente.

Se o salário por hora é fixado de maneira que o capitalista não se vê obrigado a pagar um salário diário ou semanal, mas somente as horas de trabalho durante as quais ele decida ocupar o trabalhador, ele poderá ocupá-lo por um tempo inferior ao que serviu originalmente de base para o cálculo do salário por hora ou para a unidade de medida do preço do trabalho. (MARX, 2013, p. 753).

Por outro lado, o salário por peça é considerado por Marx (2013, p. 759) como uma forma modificada do salário por tempo. Ao invés do salário ser medido pela sua duração, como ocorre no primeiro caso, ele é avaliado pelo número de produtos (valores de uso) que o trabalho é incorporado em um certo período. Essa forma é um poderoso mecanismo para aumentar tanto a intensidade do trabalho, como prolongar a jornada de trabalho, pois é de interesse individual do trabalhador utilizar sua força de trabalho com a maior intensidade possível e alongar a jornada para aumentar o salário.

Mas o maior espaço de ação que o salário por peça proporciona à individualidade tende a desenvolver, por um lado, tal individualidade e, com ela, o sentimento de liberdade, a independência e o autocontrole dos trabalhadores; por outro lado, sua concorrência uns contra os outros. (MARX, 2013, p. 763).

Em suma, a investigação das relações de trabalho perpassa a análise de uma série de elementos, como a extensão da jornada de trabalho, a intensidade desta, as sutilezas da subsunção do trabalho ao capital, a divisão do trabalho e a forma que este é agrupado no âmbito da produção etc. Nos próximos subcapítulos, será observada a transformação das relações de trabalho na 1ª, 2ª e 3ª Revolução Industrial, buscando compreender a relação destas modificações com o desenvolvimento das forças produtivas.

### 3.2 A PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E AS RELAÇÕES DE TRABALHO

Um dos maiores marcos da história do capitalismo diz respeito à 1ª Revolução Industrial (1RI). As inovações da época não resultaram apenas em transformações no âmbito das relações de trabalho, também impactaram a sociedade como um todo: encurtou distâncias, diminuiu os custos do comércio nacional e internacional, acelerou a urbanização com a criação de grandes centros urbanos, alçou a Inglaterra como único país imperialista no globo, e foi considerada por Hobsbawm (2005, p. 52), como o “mais importante acontecimento na história do mundo”.

É possível situar a 1RI entre o período de 1760-1840, ou entre 1780-1840, como faz Hobsbawm (2005, p. 51). O autor aponta que a partir da década de 1780 a economia britânica passou a “voar”. Os elementos que marcaram a revolução,

foram: o algodão, o carvão, a máquina a vapor e o ferro. Dentro destes, foi o setor têxtil que forneceu o “tom” da Revolução, como é defendido por Hobsbawm (2000, 2005) e por Landes (2005).

As causas da Revolução Industrial englobam um assunto de grande importância dentro da teoria econômica, entretanto, foge do escopo deste trabalho aprofundar os motivos que fizeram esta Revolução ocorrer primeiro na Inglaterra e não em outros países, como na França. Com o intuito de fornecer uma contextualização dela, serão situados os elementos que possibilitaram esta Revolução, com o intuito de melhor compreender os seus desdobramentos.

As condições materiais existentes no século XVIII, de acordo com Hobsbawm (2000, p. 70), forneciam a base necessária para a Revolução Industrial, tendo em vista que as possibilidades de inovações estavam ao alcance de uma quantidade considerável de artesãos tradicionais e de pequenos empresários. As primeiras etapas da Revolução Industrial (1780-1815) foram “limitadas e relativamente baratas”, por causa do baixo custo das inovações existia uma modesta necessidade de acumulação de capital, e este foi um elemento que favoreceu o fabricante têxtil do século XVIII. As máquinas possuíam um caráter rudimentar: os custos mais significativos estavam nos prédios e na energia, entretanto, até o final do século XVIII, as fábricas eram apenas “oficinas melhoradas”, com um número reduzido de operários e os aparelhos eram acionados pela força dos homens e das mulheres (LANDES, 2005, p. 64).

O lucro já constava como o imperativo da sociedade: era aceito como o objetivo principal da política governamental, junto com o desenvolvimento econômico. No campo, as atividades agrícolas estavam fortemente direcionadas para o *mercado*; não era possível falar em campesinato como aquele existente na Rússia e na França, e apesar de existir uma economia coletiva agrária no século XVII na Inglaterra, esta encontrava-se em rápida transformação, e foi impulsionada pelo “Decreto das Cercas” (*Enclosure Acts*).

As atividades agrícolas já estavam predominantemente dirigidas para o mercado; as manufaturas de há muito tinham-se disseminado por um interior não feudal. A agricultura já estava preparada para levar a termo suas três funções fundamentais numa era de industrialização: aumentar a produção e a produtividade de modo a alimentar uma população não agrícola em rápido crescimento; fornecer um grande e crescente excedente de recrutas em potencial para as cidades e as indústrias; e fornecer um mecanismo para o acúmulo de capital a ser usado nos setores mais

modernos da economia. Um considerável volume de capital social elevado [...] já estava sendo criado, principalmente na construção de uma frota mercante e de facilidades portuárias e na melhoria das estradas navegáveis. A política já estava engatada ao lucro. (HOBSBAWM, 2005, p. 54-55).

Dois alicerces da sociedade industrial já tinham sido constituídos: um mercado mundial, com o privilégio do monopólio inglês; e um mercado industrial que oferecia recompensas extraordinárias para os produtores que conseguissem expandir sua oferta rapidamente, inclusive, por meio de inovações que eram simples e acessíveis. O fato da produção industrial ocorrer em lugares que já existia uma demanda prévia, diz respeito ao fato de que naquela época, o mantra dos homens de negócio era “comprar no mercado mais barato, e vender mais caro”, ou seja, predominava a lógica do capital comercial e ainda estava para ser estabelecido o imperativo do capital industrial, o qual procura expandir os lucros por meio da diminuição dos custos (com ferramentas e máquinas mais produtivas e pela intensificação do trabalho), ao mesmo tempo que aumenta a demanda por causa da queda dos preços e pela criação de um exército de despossuídos – os trabalhadores – que precisam comprar para sobreviver (HOBSBAWM, 2005, p. 56).

Este é um ponto nodal para a transformação que ocorreu naquela época: enquanto o comerciante que interligava a produção dos tecidos com o mercado tinha como modo de operação *comprar barato para vender caro*, o empresário industrial, dono de uma fábrica, empregador de força de trabalho, estava mais interessado na redução dos custos para aumentar o lucro, por meio do controle do trabalho e da alteração das técnicas de produção. Por isso, Landes (2005, p. 115-116) destaca que o deslocamento da produção domiciliar para a indústria fabril forneceu uma contribuição para o desenvolvimento econômico que não consegue ser captada apenas pelas estatísticas da época, tendo em vista que ela alterou o elemento dinâmico da sociedade, “o homem que vivia da máquina tinha mais probabilidade de se interessar por aperfeiçoamentos mecânicos e de economizar para tê-los do que o comerciante que dependia da mão-de-obra domiciliar barata”.

Um dos principais símbolos da 1RI é o algodão, “quem fala da Revolução Industrial, fala do algodão” (HOBSBAWM, 2000, p. 53). Quando se fala em algodão, também é preciso ter em mente uma imagem mais ampla: a indústria têxtil e todos os estágios da fabricação dos tecidos, como o processo de lavagem e cardagem, a fiação, o tear, e o acabamento que, com a produção em massa, exigiu

aperfeiçoamentos da indústria química (LANDES, 2005, p. 82). Portanto, não era apenas o algodão que desempenhou um papel privilegiado dentro do processo de industrialização, mas a utilização desta como principal fonte de matéria-prima para a fiação e a fabricação de tecidos, substituindo a lã (e o linho). Para além disso, a demanda existente para os artigos de algodão fornecia uma base para a expansão da oferta por meio da mecanização da fiação e da tecelagem.

A indústria algodoeira se desenvolveu, inicialmente, como um subproduto do comércio marítimo e, ao passo que existia uma demanda interna para as vestimentas de algodão, também havia uma demanda para o mercado externo com uma capacidade de crescimento muito maior, “o comércio colonial tinha criado a indústria algodoeira, e continuava a alimentá-la”. O crescimento da escravidão e o desenvolvimento do comércio de algodão andaram juntos, tendo em vista grande parte do algodão fornecido para a nascente indústria britânica advinha da produção escravista, e a expansão das “plantações escravagistas do sul dos Estados Unidos foram aumentadas e mantidas pelas insaciáveis e vertiginosas demandas das fábricas de Lancashire, às quais forneciam o grosso da sua produção” (HOBBSAWM, 2005, p. 58).

Para dimensionar o papel da demanda do mercado ultramarino, a exportação de tecidos da Inglaterra aumentou 10 vezes, entre 1750 e 1769, sendo que em 1820, enquanto a Europa importou 128 milhões de jardas<sup>1</sup> de tecido, a Ásia, África e a América (sem contar os EUA), ou seja, os mercados coloniais e semicoloniais, importaram 80 milhões. Em 1840, a Europa importou 200 milhões de jardas, enquanto as áreas “subdesenvolvidas” compraram 529 milhões. Para além disso, em 1814, para cada 3 jardas de tecido utilizadas internamente, a Inglaterra exportava 4; ao passo que esta relação passou a ser, em 1850, de 8 para 13. Os artigos de algodão corresponderam entre 40% e 50% do valor total das exportações, entre 1816-1848, por isso, “se o algodão florescia, a economia florescia, se ele caía, também caía a economia” (HOBBSAWM, 2005, p. 59-64).

As importações britânicas de algodão, em 1760, totalizaram 2,5 milhões de libras, em 1787, o consumo de algodão cru já totalizava 22 milhões de libras, e meio século depois, esta cifra alcançara 366 milhões de libras, com as exportações dos produtos do algodão superando em 1/3 o consumo interno. De acordo com Landes

---

<sup>1</sup> Uma jarda equivale a 91,44 cm.

(2005, p. 44), esta mercadoria era o “símbolo da grandeza industrial da Inglaterra; o operário da algodoaria, o seu maior problema social”.

Esses dados ajudam a contrastar a diferença de relevância entre o mercado interno e o externo para a indústria algodoeira, bem como a importância deste para a economia como um todo, e demonstra como o setor têxtil viabilizou que os empresários expandissem rapidamente a produção para se lançarem na “aventura da revolução industrial”. Do outro lado, as invenções que revolucionaram a produção têxtil, como a máquina a fiar, o tear movido à água, a fiadeira automática e o tear mecanizado eram, de acordo com Hobsbawm (2005, p. 61) “simples e baratos”, ou seja, exigiam uma pequena quantidade de capital, e eram amortizados rapidamente, na medida que as vendas cresciam.

A principal maneira que se tinha para expandir a produção na maior parte do século XVIII não era por meio da construção de fábricas, mas pela ampliação da produção doméstica, onde os trabalhadores, os camponeses (quando tinham mais tempo disponível, principalmente nas estações estereis do ano), ou artesãos que se aproximavam cada vez mais da classe trabalhadora, operavam a matéria-prima que compravam, ou recebiam de terceiros em seus lares, com ferramentas próprias ou alugadas. Esse modo de expansão marcou o processo inicial de industrialização.

Quando se fala dos “Decretos Fabris”, estes eram, exclusivamente, destinados ao setor têxtil até a década de 1860. Inclusive, a própria produção fabril, de acordo com Hobsbawm (2005, p. 63), em meados de 1815, era desprezível, para além das manufaturas têxteis, e estas só passaram a necessitar da máquina a vapor para funcionarem, quando o tear mecânico foi inventado. “Em 1830, a ‘indústria’ e a ‘fábrica’ no sentido moderno ainda significavam quase que exclusivamente as áreas algodoeiras do Reino Unido”.

Para Landes (2005, p. 108-109), a Revolução Industrial não deve ser resumida ao surgimento de máquinas e novas técnicas de produção, mas pela

[...] mudança tanto da organização quanto dos meios de produção. Em especial, referimo-nos ao conjunto de grandes contingentes de trabalhadores em um único lugar, onde executariam suas tarefas sob supervisão e disciplina; reportamo-nos, em suma, ao que se tornou conhecido como sistema fabril.

Dessa forma, a fábrica é um ponto de inflexão na análise da Revolução Industrial, portanto, para o estudo das relações de trabalho. É neste espaço que

ocorre uma modificação radical no caráter do trabalho, com a concentração de trabalhadores, que não trabalham mais isoladamente em suas casas, nem em oficinas com poucos colegas, e por causa da *supervisão e da disciplina*, nas palavras de Landes, ou naquilo que Marx chamaria de subsunção real do trabalho ao capital.

Antes de adentrar no estudo da fábrica em si, é necessário desenvolver como era a estrutura produtiva e a forma como era organizada a produção em domicílio e nas oficinas. Desde já, cabe salientar que a passagem da produção domiciliar e das oficinas para a fábrica foi um processo lento, o “sistema de produção domiciliar revelou-se mais resistente do que se poderia esperar”. A resistência do sistema frente às fábricas que estavam surgindo residia no elemento da *flexibilidade*, pois, era menos custoso responder às flutuações da demanda, tendo em vista que uma queda desta não deixaria o capital da fábrica imobilizado e, ao mesmo tempo, a própria construção da fábrica necessita de uma quantidade maior de capital do que a contratação de diversos trabalhadores nos seus domicílios, “o trabalhador doméstico tem uma vantagem: é barato”, pois consegue vincular parte de sua subsistência no cultivo da terra (LANDES, 2005, p. 112-113).

Landes (2005, p. 114) salienta que outros ramos da produção, ainda no século XVIII, como a metalurgia e a indústria química, exigiam que o trabalho ocorresse em fábricas, sendo impossível sua realização em domicílios. Entretanto, essas “fábricas” tinham um ponto crucial que as diferenciavam da tecelagem, “o ritmo era controlado pelos homens, não pelas máquinas”. Isso se traduz na intermitência do trabalho e na falta de controle do capitalista sobre o trabalho, portanto, da própria subsunção do trabalho ao capital.

Com isso, a análise da primeira fase da Revolução Industrial, perpassa, essencialmente, a análise do setor têxtil, tendo em vista que o carvão e o vapor não foram os agentes desta transformação radical, “mas permitiram seu extraordinário desenvolvimento e difusão”. Para o surgimento da fábrica é necessário um fornecimento estável de energia, o que não era possível com as forças da natureza, dado que o “vento podia não soprar, o curso da água podia secar ou congelar-se”, nesse sentido, a máquina a vapor era mais confiável, entretanto, ainda apresentava um alto custo na década de 1780 (LANDES, 2005, p. 94).

### 3.2.1 Da produção domiciliar ao surgimento da fábrica

A produção domiciliar e em oficinas que precederam as fábricas, para além de ocorrer em um espaço diferente, com menos trabalhadores, também possuía uma lógica de funcionamento radicalmente diferente daquela que opera no sistema fabril. Olhando para a produção doméstica, tendo em perspectiva o período que vai do século XVII até meados do século XVIII, Mantoux (1935) aponta que os aspectos preponderantes deste sistema eram a propriedade das ferramentas de produção e, geralmente, da matéria-prima pela unidade familiar, ou pelo mestre-artesão, enquanto o comerciante (mercador) apenas estabelecia a ponte entre o produto (feito pela família) e os consumidores finais, ou do fio produzido por uma família que era vendido para a outra, a qual transformava este em tecido. Em suma, o comerciante, ou mercador, funcionava como um elemento que interligava a produção ao consumo, e quando necessário, as diferentes etapas da produção entre si.

O controle do processo produtivo era realizado pelos próprios produtores no que diz respeito ao ritmo de trabalho, a divisão do trabalho e a extensão da jornada. Em relação às oficinas que eram comandadas por um mestre-artesão, com o emprego de outros aprendizes, Mantoux (1935, p. 61-62) aponta que o mestre não estava em uma classe diferente, e geralmente trabalhava de modo semelhante aos outros artesãos.

A produção têxtil, tanto nas casas, quanto nas oficinas, ocorria preponderantemente em áreas rurais ou pequenas vilas, e essa produção estava entrelaçada com a atividade agrícola. Isto é um fato significativo, pois, como é relatado por Marx (2013), ao tratar do processo de acumulação primitiva de capital, ocorre a separação dos meios de produção do produtor direto, e para o trabalhador sobreviver, este passa a depender exclusivamente da venda da sua força de trabalho; entretanto, este processo ainda estava em andamento, pois, de acordo com Mantoux (1935), tanto as pessoas ocupadas na produção doméstica, quanto nas oficinas, não dependiam exclusivamente da produção têxtil, sendo essa uma forma de complementar a renda.

O produtor direto possuía uma maior autonomia ao não depender exclusivamente da fiação, da cardagem, ou da tecelagem. Outro fator que afeta a independência deste, tanto o domiciliar, quanto da oficina, diz respeito à posse das

ferramentas e da matéria-prima. A perda da propriedade dos meios de produção do produtor direto foi um passo essencial para o surgimento do capital industrial, portanto, da metamorfose do capitalista comercial em capitalista industrial. Essa passagem foi alimentada por momentos em que a produção rural sofria um declínio e os trabalhadores perdiam a capacidade de comprar a matéria-prima, ou as ferramentas necessárias para a produção, dependendo do mercador para o fornecimento destas – o qual passa a ser dono dos meios de produção, alugando estes para o trabalhador. “Entre o final do século XVII e o início do século XVIII, o processo de alienação, lento e despercebido, tomou lugar em todos os lugares que a indústria doméstica havia sido prejudicada”<sup>2</sup> (MANTOUX, 1935, p. 65, tradução nossa).

Nessa época, as referências aos artesãos 'empregados' ou 'mantidos' pelo elemento mercador-manufatureiro tornam-se cada vez mais comum, como a afirmação, feita num panfleto do século XVII sobre a produção de lã, de que existiam na Inglaterra 5 mil fabricantes de roupa e de que 'cada um mantém 250 trabalhadores, atingindo o total de mais de 1 milhão'. A posição do artesão começava já a se aproximar da de um simples assalariado [...]. (DOBB, 1983 p. 103).

Com o passar do tempo, a lã, o fio, a roda de fiar e o tear passaram a pertencer ao comerciante. Naqueles lugares que o trabalhador tinha menos acesso à terra e sua subsistência dependia em maior grau da produção têxtil, ou seja, nas cidades, o mercador – que está se tornando um capitalista – ganhou controle sobre a produção de forma mais rápida e completa. De forma gradual, o mercador passou não apenas a fornecer os meios de produção aos trabalhadores, mas a contratar trabalhadores para operar em sua casa, “desse modo, passamos, em graus quase imperceptíveis, do mercador que comprava tecidos do pequeno produtor, para a manufatura, pronto para se tornar o industrial do próximo período”<sup>3</sup> (MANTOUX, 1935, p. 67, tradução nossa).

O período que abrange a 1RI envolve mais do que o invento de máquinas que elevaram a produtividade do trabalho, englobando o processo de proletarização das massas, com o surgimento de um proletariado que é livre não apenas no sentido

---

<sup>2</sup> No original: From the end of the seventeenth and the beginning of the eighteenth century, this process of alienation, slow and unnoticed, took place wherever home industry had been at all impaired.

<sup>3</sup> No original: in this way we pass, by hardly perceptible degrees, from the merchant who came to the cloth hall to buy some stuffs woven by the small man, to the manufactures, ready to become the industrialist of the coming period.

legal da palavra – algo que ainda estava em processo, tendo em vista a existência do regime de servidão dos trabalhadores nas minas de carvão previsto na lei na inglesa até o final do século XVIII (MANTOUX, 1935, p. 74) –, mas no sentido de que o proletariado é privado dos meios necessários para garantir a sua própria subsistência. Na 1RI ocorre a transformação radical da sociedade em diversos sentidos, sendo um destes, a separação do produtor direto dos meios de produção, e da concentração destes em fábricas. De acordo com Mantoux (1935, p. 90), a Revolução Industrial nada mais foi do que a continuação do processo que alterou gradualmente o antigo sistema econômico, e esta transformação não pode ser resumida nas invenções, mas no progresso das relações comerciais, da metamorfose do mercador que gradativamente passou a possuir a matéria-prima, as ferramentas, o local da produção e o controle sobre a produção.

E foi apenas na medida para ampliar essa diferença, para economizar no preço de compra, que eles se tornaram proprietários, primeiro do material, depois dos implementos e, em seguida, dos locais de trabalho. E foi como comerciantes que eles foram finalmente levados a assumir o controle total da produção.<sup>4</sup> (MANTOUX, 1935, p. 91, tradução nossa).

Junto do surgimento do capitalista industrial, por meio da transmutação do mercador, está o princípio do operário fabril que anteriormente laborava no seu domicílio com a sua família, com os seus meios de produção. Percebe-se a amplitude das transformações nas relações sociais e econômicas que precederam e foram aprofundadas pela 1RI. Agora, cabe adentrar nas transformações no âmbito da tecnologia, as invenções deste período, a forma que elas foram utilizadas, a relação dos trabalhadores com as técnicas de produção, e o local que isto ocorreu: a fábrica.

### **3.2.2 A revolução das forças produtivas, as novas relações de trabalho e a fábrica**

Tanto de acordo com Landes (2005, p. 80-81), como para Mantoux (1935, p. 211), a primeira invenção que serviu de base para todas as outras dentro do setor

---

<sup>4</sup> No original, “And it was only in order to increase this difference, to economize on the buying price, that they became owners, first of the material, then of the implements, then of the workplaces. And it was as merchants that they were finally brought to take entire charge of production”.

têxtil, foi a Lançadeira de Kay (*The Fly Shuttle*). Esta facilitou a etapa de tecelagem do fio. Antes dela, a tecelagem era realizada pelo *frame loom*, ou, “tear de armação”. A diferença entre as duas reside nos seguintes fatores: o tear de armação tinha uma lançadeira que era ativada manualmente pelo tecelão, e a amplitude do tecido que estava sendo feito dependia do comprimento dos braços de quem operava a ferramenta; enquanto na invenção de Kay, a lançadeira passava de um lado para o outro automaticamente e a amplitude do tecido não era limitada por quem operava a máquina, mas pelo tamanho do próprio equipamento. A vantagem consistia no fato de que a lançadeira conseguia produzir um tecido mais largo, na ativação ser automática, efetuando o movimento mais uniforme e rapidamente, elevando consideravelmente a produtividade em relação ao tear de armação<sup>5</sup>.

A generalização deste invento ocorreu a partir da década de 1760. Os principais processos dentro da indústria têxtil dizem respeito à fiação e tecelagem, e é necessário um equilíbrio entre a oferta de fios e a produção de tecidos, pois, os teares não podem ficar ociosos por causa da escassez de fio, nem as rodas de fiar devem permanecer paralisadas pela existência de um excesso de fio frente a demanda dos tecelões. Naquela época era difícil encontrar este ponto de equilíbrio, sendo que a produtividade dos tecelões era bem maior que a produtividade dos fiadores. Isso decorria de um desencontro entre as tecnologias empregadas nestas duas etapas. De acordo com Mantoux (1935, p. 213), um tear precisava da quantidade de fio fornecido por 5 ou 6 rodas de fiar e por causa da invenção da Lançadeira de Kay, esta distância aumentou ainda mais.

Mantoux (1935, p. 213) e Hobsbawm (2005, p. 55) argumentam que o desequilíbrio entre a produção de fios e de tecidos serviu de impulso para a invenção de novas máquinas que possibilitassem mitigar esse desencontro. Disto, surgiu a máquina de fiar (*spinning machine*), a qual advém da união de John Wyatt e Paul Lewis, sendo que o primeiro parece ter desempenhado um papel mais relevante. O primeiro protótipo foi inventado em 1733, sendo que a patente foi registrada apenas em 1738. Apesar disto, ambos, Lewis e Wyatt, não conseguiram tornar a invenção lucrativa e os dois foram à falência em 1742.

---

<sup>5</sup> Apenas para fins elucidativos, o funcionamento da invenção de Kay e a sua superioridade em relação ao tear de armação pode ser visto no seguinte vídeo:  
<https://www.youtube.com/watch?v=kNqHgY4TQwM>. Acesso em 26 de março de 2023.

Foi apenas na década de 1760, na Grã-Bretanha, que surgiu uma dupla solução para os problemas da *spinning machine*, com a invenção da *spinning jenny*, por James Hargreaves, e da *water frame* por Arkwright. Essas máquinas surgiram quase que simultaneamente e representam diferentes estágios da industrialização: a invenção de Hargreaves mudou a organização da produção de forma menos profunda do que a de Arkwright (MANTOUX, 1935, p. 220-221). Antes do surgimento destas, o processo de fiação era realizado, em grande medida, pelas rodas de fiar. Nestas, o fiador, operava uma única roda e conseguia trabalhar com apenas 1 fuso de fio<sup>6</sup>.

A *spinning jenny*<sup>7</sup> que derivou da roda de fiar, tinha como vantagem o fato do mesmo trabalhador poder operar vários fusos ao mesmo tempo, ao contrário da roda de fiar, em que o fiador operava no máximo um fuso. A primeira *jenny* construída por Hargreaves tinha oito fusos e era ativada manualmente por uma manivela. Sua utilização substituiu as antigas rodas de fiar, sem, todavia, alterar profundamente a organização da produção: a construção da *jenny* tinha um baixo custo, ocupava pouco espaço, sendo adequada à produção domiciliar, “*it did not cause any great alteration in the organization of the industry*”<sup>8</sup> (MANTOUX, 1935, p. 224).

Por outro lado, conforme Mantoux (1935, p. 225-226) afirma, Arkwright – através das suas invenções – foi responsável pela criação do moderno sistema fabril. A primeira versão da *water frame*<sup>9</sup> não tinha mais de um metro e a primeira oficina montada por ele em Nottingham era pequena, sendo que as máquinas tinham sua energia advinda dos cavalos. Após fazer uma associação com *Need* e *Strut*, estes construíram uma fábrica em Cromford perto de um rio, instalaram as máquinas criadas por Arkwright, e estas eram acionadas pela força da água, como sugere o seu nome, diferente da *jenny*, que era acionada manualmente. Inicialmente, o que mais chamava a atenção não era sua velocidade de operação, mas a qualidade do fio produzido em comparação com as rodas de fiar: o fio era mais resistente. Isto era significativo, pois, viabilizou a fabricação de tecidos puros

---

<sup>6</sup> Sobre o funcionamento da roda de fiar, ver: <https://www.youtube.com/watch?v=ouPjvt3brXA>. Acesso em 1 de junho de 2023.

<sup>7</sup> É possível observar o funcionamento de uma *spinning jenny* nesse vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=y36uttwcGvM>. Acesso em 01 de junho de 2023.

<sup>8</sup> “Ela não causou nenhuma grande alteração na organização da indústria” (MANTOUX, 1935, p. 224, tradução nossa).

<sup>9</sup> Sobre o funcionamento da *water frame* e da *mule*, ver: <https://www.youtube.com/watch?v=M7RAINNgEQQ>. Acesso em 2 de junho de 2023.

de algodão, de igual qualidade aos produzidos na Índia, tendo em vista que antes os tecelões ingleses misturavam materiais de algodão com linho para facilitar o manuseio, prejudicando a qualidade do tecido.

Em 1775, Arkwright inventou a *carding machine, the crank and comb, the roving frame and the feeder*. A primeira era usada para cardar o algodão, processo de preparação o fio, etapa anterior à fiação, e aumentou a velocidade do cardar. *The crank and comb* era uma máquina que completava a cardação, penteava a fibra, tornando esta mais contínua, facilitando o processo de fiação. Dessa forma, as máquinas têxteis construídas por Arkwright passaram a funcionar como um sistema de máquinas, desde a máquina que pegava a matéria-prima crua, geralmente o algodão, e colocava na máquina de cardar, em seguida, o pentear era realizado por outra máquina, até a fiação que ficava a cargo da *water frame*. A etapa de tear ainda permanecia fora do sistema fabril, algo só iria mudar com a invenção de Cartwright de 1785, difundida a partir do século XIX (MANTOUX, 1935).

O fio produzido pela *jenny* era delicado e quebrava fácil, enquanto aquele produzido pela *water frame* era mais rústico e resistente. A invenção de Samuel Crompton, denominada de *mule*, ou seja, de “mula”, tinha esse nome, pois, ela se baseava na junção daquelas duas máquinas, e consistia num aperfeiçoamento das mesmas, pois produzia um fio tênue (como o da *jenny*) e resistente (como o da *water frame*). A primeira *mule* construída entre 1774 e 1779 era de madeira e necessitava de pouco espaço para sua operação, entretanto, na década de 1780, novas foram construídas com maiores proporções, e em 1790, na Escócia, foi construída uma *mule* automática por William Kelly, ativada por uma roda d'água, com mais de 300 fusos. A utilização desta máquina estava tomando proporções monstruosas que só poderiam existir em um amplo espaço, dessa forma, a invenção da *mule* acelerou a passagem da fiação doméstica para a produção fabril. Em 1812, o uso desta máquina era hegemônico na indústria têxtil da Inglaterra. Antes da utilização da máquina a vapor, o estabelecimento dessas fábricas era limitado aos locais próximos de rios, de quedas d'água, perto de colinas, ou em vales estreitos. (MANTOUX, 1935).

A indústria não progredia de forma equilibrada, enquanto na década de 1760 os tecelões tinham dificuldades de encontrar fio, a situação foi invertida na década de 1790: existia uma escassez de tecelões. Mantoux (1935) defende que esse tipo de desequilíbrio entre a demanda e a oferta serviu como um estímulo para o

surgimento de invenções para atenuar este desencontro entre a fiação e a tecelagem. Na década de 1770 foi a *jenny* e a *water frame* que, aumentaram a produtividade dos fiadores, e com a *mule* do Crompton; em 1785, foi a invenção de Cartwright que iria elevar a produtividade dos teares. Esta máquina era operada de forma simples, parava quando um fio rompia, e era facilmente ajustada para operar diversos materiais, seja o algodão, ou a lã.

No primeiro momento a máquina de Cartwright era movida por força animal. Em 1792, o inventor fez uma parceria com os irmãos Grimshaw que possuíam o capital necessário para construir uma fábrica com mais de 400 teares, os quais seriam ativados por uma máquina a vapor. Entretanto, antes desta fábrica começar a operar ela foi queimada por diversos tecelões. O medo gerado certamente atrasou o uso mais generalizado desta máquina até o fim do século XVIII, ao passo que no início do século XIX não existiam mais de poucas centenas de teares movidos a vapor na Inglaterra, enquanto existiam vários milhões de fusos de fiar em operação (MANTOUX, 1935, p. 248).

As bases do sistema fabril já existiam, mas seria apenas no período subsequente, com o desenvolvimento da máquina a vapor e seu uso generalizado, que este sistema estaria plenamente desenvolvido (MANTOUX, 1935, p. 257). Tal afirmação vai ao encontro do que Landes (2005, p. 94) destacou, que o vapor não foi um agente da primeira revolução industrial, mas permitiu a maior difusão desta.

Nessa perspectiva, o surgimento da fábrica é uma consequência do desenvolvimento do sistema de máquinas, e por causa do aumento da proporção destas que impedia sua utilização doméstica. A organização da produção nas fábricas era radicalmente diferente daquela existente nas oficinas e no trabalho executado nos domicílios. De acordo com Landes (2005, p. 77-78),

Nenhum desses avanços, no entanto, era suficiente, por si só, para desencadear um processo de transformação cumulativa e auto-sustentada. Era preciso um casamento para produzir a Revolução Industrial. De um lado, ela exigia máquinas que não apenas substituíssem o trabalho manual, mas obrigassem a concentrar a produção em fábricas – em outras palavras, máquinas cuja necessidade de energia fosse demasiada para as fontes domésticas, e cuja superioridade mecânica fosse suficiente para dobrar a resistência das formas mais antigas de produção manual.

A disciplina imposta pelo regime fabril operava um ritmo de trabalho e uma forma de trabalhar radicalmente diferente das oficinas e da produção em domicílios,

por isso, era intolerável para aqueles que estavam acostumados a laborar nas suas próprias casas, ou na oficina de seus mestres (MANTOUX, 1935). Nesta etapa do desenvolvimento capitalista é possível observar a transformação da subsunção formal do trabalho para a subsunção real, e esta última conforma um modo de controle especificamente capitalista sobre o trabalho. Thompson (1967) destaca que esse foi um processo que perpassou diversas gerações, e não foi totalmente completado na Primeira Revolução Industrial.

A resistência dos trabalhadores para não se submeterem ao imperativo do capital era dificultada pelo uso generalizado das máquinas. Não é por acaso que nas últimas décadas do século XVIII e ao longo do século XIX, a destruição de máquinas e fábricas por trabalhadores era uma das principais formas de materializar a raiva destes contra a própria máquina, que aparecia como a responsável pela diminuição dos seus salários, ou do desemprego generalizado de certas categorias. De acordo com Marx (2013, p. 575) o “trabalho feminino e infantil foi a primeira palavra de ordem da aplicação capitalista da maquinaria”, o que está de acordo com os dados utilizados por Deane (1969, p. 116), “[...] em 1835, não muito mais do que um quarto dos operadores em fábricas de algodão eram homens com mais de dezoito anos; 48% eram mulheres e moças, e 13% eram crianças com menos de 14 anos de idades”. Isso ocorria porque os empresários pagavam menores salários para as mulheres e consideravam estas “[...] mais dóceis do que os homens em situações de injustiça praticada contra elas”<sup>10</sup> (PIKE, 1966, p. 62, tradução nossa).

Como Braverman (1987) destaca, para a formação de uma força de trabalho acostumada a lógica fabril, era necessário a utilização de artifícios opressivos, com o intuito de moldar os trabalhadores para a realização de determinadas tarefas e mantê-los trabalhando durante longas horas e com poucas pausas. Nesse sentido, Thompson (1967, p. 90) comenta que a divisão do trabalho, a supervisão deste, os sinos, os relógios, as multas, os incentivos monetários, inclusive o uso da pregação religiosa e das escolas, serviram para estabelecer uma nova disciplina baseada no tempo, o qual não deveria mais ser “desperdiçado”, mas utilizado “produtivamente”.

---

<sup>10</sup> No original, “In some factories none but women are allowed to labour, excepting a few men, such as managers ... not because the women can perform the work better or turn off a greater quantity, but because they are considered to be more docile than men under the injustice that in some shape or form is daily practised upon them”.

Esse entendimento encontra respaldo nos relatos de Pike (1966, p. 63-64), sobre os descontos nos salários dos trabalhadores, ao citar o caso de uma determinada fábrica:

- a) os tecelões que se atrasarem mais de 10 minutos após o início do expediente, vão ser descontados em 3 pences para cada tear que eles fossem responsáveis;
- b) se o tecelão se ausentar durante a jornada de trabalho, quando a máquina estiver ligada, será descontado 3 pences por hora para cada tear que deixar de operar;
- c) os tecelões que saírem da sala sem o aval de seu supervisor serão descontados em 3 pences;
- d) qualquer um que for pego conversando, assobiando, ou cantando será descontado em 6 pences;
- e) caso algum fuso, haste, lançadeira, janela etc. quebre, o responsável será cobrado pelo valor do conserto.

É difícil mensurar com exatidão a generalidade destes relatos, o quanto eles realmente refletiam a realidade do trabalho na maior parte das fábricas, ou das oficinas na época da 1RI. De acordo com Mantoux (1935, p. 483-484), a ideologia que predominava na regulação das relações de trabalho naquele período era o *laissez-faire*, portanto, a ausência de leis por parte do Estado para delimitar as condições de trabalho. Na prática, isso significava o predomínio da arbitrariedade do empresário para delimitar as condições de trabalho. Um dos primeiros *Acts* que buscou regulamentar as condições de trabalho no sentido de limitar a ação predatória dos capitalistas é de 1802, e o último nome que recebeu foi *An Act for the Preservation of the Health and Morals of Apprentices and Other, employed in Cotton and other Mills and Cotton and other Factories*.

Este versava sobre o mínimo das condições sanitárias que eram adequadas para os trabalhadores e *crianças* laborarem, como o número de janelas que a fábrica deveria ter de acordo com o seu tamanho e em relação ao número de trabalhadores presentes; dormitórios separados para meninos e meninas; determinava que os aprendizes – geralmente um termo utilizado para o emprego de crianças – deviam ter aulas durante os primeiros quatro anos do emprego, para aprenderem a ler e escrever. Um ponto que merece destaque é a limitação da jornada de trabalho em no máximo 12 horas, para além do tempo destinado às refeições, sendo que a jornada deveria se encerrar no máximo às 9 horas da noite, e não começar antes das 6 horas da manhã.

Entretanto, os efeitos práticos deste *Ato* foram muito limitados. Primeiramente, essas determinações legais tratavam apenas das grandes fábricas de *fição*. Não abrangia pequenas e médias fábricas, nem aquelas que não eram da indústria têxtil. Se era necessário criar uma lei para regulamentar a jornada de trabalho em no máximo 12 horas, parece adequado supor que a jornada tendia a extrapolar esse período. É complexo afirmar com exatidão o tamanho da jornada de trabalho no século XVIII até o final da 1ª RI (1840), por causa da inexistência de uma regulamentação mais abrangente; inclusive, mesmo após a criação dos *Acts* que colocaram limites legais para a jornada de trabalho e definiram algumas condições mínimas de trabalho, estes seguiram sendo constantemente burlados, como Marx (2013) aponta. Com intuito de apresentar um panorama geral sobre a jornada de trabalho para o período analisado, serão utilizados os trabalhos de Marx (2013), Hopkins (1982), Pollard (1963) e de Basso (2018).

Começando por Marx (2013), o autor fornece uma grande quantidade de relatos, baseado nos *Reports* (relatórios) escritos pelos agentes públicos responsáveis por fiscalizarem as fábricas. A partir destes, fica nítido a existência de jornadas de trabalho que superavam as 12 horas diárias. Ao tratar de uma fábrica de fósforos, Marx (2013, p. 408), aponta que a jornada de trabalho “variava entre 12, 14 e 15 horas, com trabalho noturno e horários irregulares de refeições, normalmente realizadas no próprio local de trabalho, empestado por fósforo”. Ao mesmo tempo, o autor reconhece que o capital encontrava uma grande resistência dos trabalhadores para se apoderar semana inteira destes, sugerindo que em alguns casos, os trabalhadores laboravam em torno de quatro dias por semana.

Ainda durante a maior parte do século XVIII, até a época da grande indústria, o capital na Inglaterra não havia logrado apossar-se da semana inteira do trabalhador – com exceção dos trabalhadores agrícolas – por meio do pagamento do valor semanal da força de trabalho. O fato de que conseguiam viver uma semana inteira com o salário de 4 dias não parecia aos trabalhadores uma razão suficiente para que ainda trabalhassem mais dois dias para os capitalistas. (MARX, 2013, p. 435).

Marx (2013, p. 433) destaca que a legislação “atual”, ou seja, aquela de meados das décadas de 1850/1860, encurtou e limitou a jornada de trabalho, entretanto, os estatutos ingleses do século XIV ao XVIII prolongaram a jornada de trabalho de forma compulsória. A partir disso, o autor aponta uma tendência para a jornada de trabalho, do surgimento do capitalismo, ainda em sua forma embrionária,

até a época da grande indústria, em que ocorre um prolongamento desmedido da jornada de trabalho, e posteriormente, sua redução. Desmedido, pois, esta tornou-se uma ameaça à existência da classe trabalhadora, que foi contornada, ou, de certa forma, limitada, pelos *Factory Acts* (Atos Fabris).

As *Factory Acts* inglesas são uma expressão negativa dessa mesma avidez [por mais-trabalho]. Essas leis refreiam o impulso do capital por uma sucção ilimitada da força de trabalho, mediante uma limitação compulsória da jornada de trabalho pelo Estado e, mais precisamente, por um Estado dominado pelo capitalista e pelo landlord. Abstraindo de um movimento dos trabalhadores que se torna a cada dia mais ameaçador, a limitação da jornada de trabalho nas fábricas foi ditada pela mesma necessidade que forçou a aplicação do guano [adubo] nos campos ingleses. A mesma rapacidade cega que, num caso, exauriu o solo, no outro matou na raiz a força vital da nação. (MARX, 2013, p. 399).

Basso (2018, p. 178), ao citar Le Goff (1977, p. 27)<sup>11</sup>, demonstra que não ocorre apenas uma transformação quantitativa da jornada de trabalho, na passagem do feudalismo para o capitalismo, mas uma transformação qualitativa, no sentido de que antes o tempo de trabalho era dominado por um ritmo agrário, sem preocupações de exatidão e de produtividade, pouco exigente, ao passo que a lógica do capital imprime um grande controle sobre o tempo, transformando o tempo que o trabalhador se encontra disponível para o capitalista em tempo efetivo de trabalho. O tempo deixa de “transcorrer” e passa a ser “gasto”, e isto está relacionado à disciplina “militar” do trabalho.

Conforme os dados de Schor (1991<sup>12</sup> *apud* BASSO, 2018, p. 181), é verificado um aumento da jornada anual de trabalho, no Reino Unido, após 1600 até 1840. Por outro lado, com o intuito de mostrar a controvérsia existente na literatura sobre o tema, Hopkins (1982, p. 63) argumenta que a jornada de trabalho em Birmingham e Blackcountry (regiões que estavam entre as mais industrializadas) era de 12 horas, sendo que uma hora e meia era destinada para pausas. Na revisão realizada pelo autor, ele buscou demonstrar que não houve deterioração das condições de trabalho, nem o prolongamento da jornada de trabalho na 1RI. Entretanto, o próprio autor faz uma importante ponderação daquilo que seria uma

---

<sup>11</sup> LE GOFF, J. **Tempo della chiesa e tempo del mercante**. E Altri saggi sul lavoro e la cultura del Medioevo. Torino: Einaudi, 1977.

<sup>12</sup> SCHOR, J. **The overworked American: the unexpected decline of leisure**. New York: Basic Books, 1991.

“exceção”: as fábricas têxteis, na primeira metade do século XIX, tiveram a jornada de trabalho prolongada.

Parece adequado supor que existia uma certa variância na jornada de trabalho dependendo do setor que está sendo analisado, bem como a região em questão. Isso decorre da ausência de leis para limitar a jornada de trabalho para todos os setores da economia, predominando, a lógica do *laissez-faire*, como argumentou Mantoux (1935). Dessa forma, existia espaço para jornadas de trabalho de 10, 12, 14 ou, até mesmo, 16 horas como Marx (2013) aponta. Para além disso, a 1RI estava, essencialmente, alicerçada na industrialização do setor têxtil, como Landes, Hobsbawm e Mantoux defendem. Ou seja, ao tratar das novas relações de trabalho especificamente capitalistas que estão surgindo, a produção ocorre, principalmente, na *fábrica têxtil*. Ao mesmo tempo, isso não significa que a maior parte dos trabalhadores estavam alocados na indústria têxtil, mas que essa, como Hobsbawm (2000, p. 53) destaca, “deu o tom da revolução industrial”, por isso, a insistência em privilegiar tal setor para a análise das relações de trabalho que estão sendo radicalmente transformadas. A partir disso, é possível afirmar que ocorreu um aumento da jornada de trabalho no principal setor da 1RI, como o próprio Hopkins reconhece.

Pollards (1963, p. 263-264) constatou, ao analisar o pagamento de salários em 225 fábricas têxteis que, 47% dos trabalhadores recebiam por peça, e 43% recebiam por tempo de trabalho (ele comenta que não foi possível determinar os outros 10%). Ele ressalta que o pagamento por peça fazia parte da estratégia dos empresários para os trabalhadores se adaptarem à disciplina fabril. De acordo com o Relatório de 1833, citado pelo mesmo autor, os principais métodos que as empresas utilizavam para controlar o trabalhador eram as demissões (ou ameaça de demissão), descontos salariais e punições corporais.

Dessa forma, é possível perceber que ocorreram transformações qualitativas e quantitativas na jornada de trabalho no período que abrange a 1RI. O intuito foi demonstrar que esta Revolução contemplou a transformação do capitalismo comercial no capitalismo industrial, e dentro desta transformação, para além do desenvolvimento de máquinas que elevaram a produtividade do trabalho, é verificado o nascimento da fábrica moderna que opera uma modificação radical no caráter do trabalho, com a tentativa de adequar este à lógica do capital, através do controle minucioso do tempo de trabalho. Também ocorreu o aumento da jornada de

trabalho, principalmente no setor têxtil, algo que só será revertido a partir de meados do século XIX.

### 3.3 A SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E AS RELAÇÕES DE TRABALHO

Em linhas gerais, a Segunda Revolução Industrial (2RI) é apresentada tendo início na década de 1860-70, e terminando no ano de 1914. Nesta época a industrialização não foi um processo exclusivo da Inglaterra, e perpassou uma diversidade de países, como Estados Unidos, França, Alemanha, Holanda, Itália entre outros. Ela foi marcada pelo desenvolvimento da eletricidade, do petróleo, do aço, da indústria química e das telecomunicações, bem como do prosseguimento da construção das ferrovias (MOHAJAN, 2020; SMIL, 2005; MOKYR, 1999).

De acordo com Chandler (1999), a primeira etapa da 2RI foi marcada pelo desenvolvimento do aço, o aprofundamento da extração de carvão (iniciada na 1RI) e a construção das ferrovias, enquanto na segunda fase, ocorreu o desenvolvimento da indústria química, a maior utilização da eletricidade nas fábricas (e nos domicílios), e a extração e o refino de petróleo. Para além disso, também foi verificado o aumento do interesse das empresas em novas formas de *organizar* a produção. Acerca disso, é no último quartel do século XIX e no início do século XX que surgiu o *taylorismo* e o *fordismo*.

Interessante notar que o período da 2RI é marcado pelo grande desenvolvimento tecnológico em diversas áreas industriais, sendo muito mais amplo do que aquele visualizado na 1RI, e que as transformações radicais não se resumem ao desenvolvimento das forças produtivas, pois, também englobaram mudanças nas relações sociais de produção, através das novas formas de organização da produção e, conseqüentemente, do trabalho. A partir disso, primeiro será destacado as inovações centrais deste período e, em seguida, serão abordadas as modificações que marcaram as relações de trabalho.

Outro aspecto interessante é o aumento do tamanho das firmas, com o surgimento dos monopólios e oligopólios mundiais. Isso demonstra que as inovações desta época, diferentemente da anterior, necessitaram de um maior volume de capital para serem desenvolvidas. Foi assinalado por Marx (2013), em meados do século XIX, como uma tendência geral do capital a concentração e centralização deste. Tal visão é aprofundada por Lenin (2011, p. 119-126), onde o autor destaca

que até a crise 1873, ocorreu o desenvolvimento da livre concorrência, entretanto, esta crise serviu como ponto de inflexão que marcou o desenvolvimento dos cartéis que se tornaram parte “das bases de toda a vida econômica”. Por exemplo, ainda de acordo com o autor, na Alemanha, um número ínfimo de empresas, em torno de 1%, utilizava mais de 75% da quantidade total da energia a vapor e elétrica do país. Enquanto nos Estados Unidos, conforme Mohajan (2020, p. 13) em 1904, 1% das maiores empresas representavam 40% da produção nacional.

### 3.3.1 As forças produtivas na 2ª Revolução Industrial

A indústria química que teve seu desenvolvimento iniciado ainda na 1RI, portanto, na Inglaterra, teve como expoente na 2RI, a Alemanha. Foram criados compostos com grande utilização industrial, como o primeiro corante sintetizado pelo homem – a mauveína – e posteriormente, a alizarina. No início do século XX, a indústria química alemã dominava a produção mundial, sendo que apenas oito empresas deste país detinham 90% da produção mundial de corantes (BURHOP, 2009<sup>13</sup> *apud* MOHAJAN, 2020, p. 11-12).

De acordo com Mokyr (1999), foi o químico Justus Von Liebig que relacionou, pela primeira vez, no ano de 1840, o uso de fertilizantes para melhorar a fertilidade do solo e aumentar a produtividade agrícola. Para além disso, com o uso de fungicidas, como a “mistura de Bordeaux”<sup>14</sup>, foi possível controlar determinadas pragas que assolavam a produção de gêneros agrícolas, atenuando as quebras de produção.

A fabricação de aço era realizada ainda na época da 1RI, entretanto, a produção deste não era economicamente viável, tendo em vista que era demasiadamente custosa. Isto foi resolvido em 1856, por Henry Bessemer. Até 1850, o ferro era hegemônico para a fabricação de máquinas e equipamentos, entretanto, como ele desgastava-se rapidamente, isto representava um alto custo de manutenção, e ele não era resistente, nem elástico como o aço. A diminuição dos custos da produção de aço permitiu que a viabilização da sua utilização em diversos

---

<sup>13</sup> BURHOP, C. Pharmaceutical Research in Wilhelmine Germany: the case of E. Merck. **Business History Review**, United Kingdom, v.83, n.3, p. 475–503, 2009.

<sup>14</sup> É uma mistura simples, feita a partir de sulfato de cobre, cal hidratada ou cal virgem, e água que serve para eliminar diversos fungos.

setores, como nas ferrovias, nos navios, na construção civil, nas máquinas e equipamentos, e na indústria da guerra (MOKYR, 1999).

Acerca da indústria do petróleo e seus derivados, Vassilou (2009, p. 13) aponta que esta ganhou um grande impulso em 1859, quando Edwin Drake criou a perfuração e a produção moderna de petróleo, provocando o primeiro “boom do petróleo”. Com o método de “craqueamento” (*cracking*), estabelecido na década de 1860, que compõe uma das etapas do refino, foi facilitado o processo de obtenção do querosene (utilizado nas lâmpadas para iluminação das fábricas e das moradias, ou como fonte de energia), parafina, lubrificantes, óleos pesados e a gasolina (MOHAJAN, 2020, p. 10; MOKYR, 1999).

Marx (2014, p. 144) considera o setor dos transportes (de mercadorias e de pessoas) e das telecomunicações (transferência de informações e dados) como ramos industriais. Acerca das inovações que marcaram esta última, é possível citar a invenção do telégrafo sem fio, por Alexander Graham Bell (1876) – que viria a se tornar o telefone, em meados da década de 1890 –, e do rádio sem fio, que era capaz de emitir sons (e não apenas códigos como o telégrafo). Ainda no final do século XIX, Ottmar (1886) inventou a máquina *linotype* e mecanizou o processo de tipografia que era realizado manualmente para a produção de jornais; enquanto a invenção de uma máquina similar, a *monotype*, alguns anos depois, foi utilizada para mecanizar a tipografia dos livros (MOKYR, 1999).

Sobre os transportes, destaca-se que as transformações nas ferrovias foram melhorias incrementais, fundamentada na utilização do aço que garantia maior durabilidade – dez vezes mais do que o ferro, segundo Fogel (1964<sup>15</sup> *apud* MOHAJAN, 2020, p. 16). Isto foi possível por causa das inovações que permitiram a redução nos custos de produção do aço. Para além disso, as ferrovias tornaram-se mais seguras, rápidas e confortáveis (MOKYR, 1999). De acordo com Chandler (1999, p. 88), em 1870, os Estados Unidos possuíam cerca de 70 mil milhas de malha ferroviária em operação, enquanto na década de 1900, esta cifra quase alcançava 200 mil milhas.

As melhorias nos transportes também englobaram o desenvolvimento e o aperfeiçoamento dos navios que começaram a ser produzidos com aço, ao invés de madeira, isto permitia a fabricação de embarcações maiores que possuíam

---

<sup>15</sup> Fogel, R. **Railroads and american economic growth**: essays in econometric history. Baltimore and London: The Johns Hopkins Press, 1964.

capacidade de se deslocar mais rapidamente (MOKYR, 1999). De acordo com os dados utilizados por Harley (1988, p. 862), o valor do frete marítimo caiu 60% entre 1855 e 1910, enquanto ocorreu um leve aumento dos preços gerais na economia.

Se, por um lado, com o progresso da produção capitalista, o desenvolvimento dos meios de transporte e de comunicação abrevia o tempo de curso para uma quantidade dada de mercadorias, esse mesmo progresso e a possibilidade dada com o referido desenvolvimento provocam, inversamente, a necessidade de trabalhar para mercados cada vez mais distantes – numa palavra, para o mercado mundial. [...] Com isso também cresce, ao mesmo tempo, a parte da riqueza social que, em vez de servir de meio direto de produção, é investida em meios de transporte e de comunicação e no capital fixo e circulante requerido para o funcionamento desses meios. (MARX, 2014, p. 383).

É possível situar o invento do automóvel no último quartel do século XIX como um fator relevante no desenvolvimento dos transportes, entretanto, para este trabalho é mais interessante as modificações geradas no âmbito da organização da produção e nas relações de trabalho, que foram denominadas de *fordismo*. Esse ponto é crucial, pois, relaciona-se ao imbricamento do desenvolvimento das forças produtivas com a mudança nas relações sociais de produção.

Antes de adentrar neste ponto, cabe salientar uma condição substancial que tornou possível as transformações das relações sociais de produção: a eletricidade. Até a virada do século XIX para o XX, a energia das fábricas provinha em maior parte do vapor ou da água; enquanto em 1920 a eletricidade já tinha substituído o vapor como a principal fonte de energia, e em 1929, ela já era responsável por aproximadamente 80% da energia que acionava as máquinas nos Estados Unidos (MOKYR, 1999; FREY, 2018).

A substituição do vapor pela energia elétrica está relacionada a diminuição dos custos de produção. Entretanto, é importante notar que esta queda nos custos não deriva apenas de um único fator, por exemplo, a energia advinda da eletricidade ser mais barata daquela fornecida pelo vapor. Existe uma sutileza que é marcante: a utilização da eletricidade permitiu uma organização mais racional do espaço produtivo da fábrica (DEVINE, 1983).

A forma de organização das máquinas dentro de uma fábrica que utiliza energia a vapor é radicalmente diferente de uma que possui eletricidade como fonte energética. Com a energia a vapor, existia uma máquina a vapor que funcionava como um “motor central”, e era conectada às máquinas existentes em uma

determinada fábrica. A transmissão de energia ocorria por meio de eixos, contra eixos e correias, e quando uma linha de eixos quebrava, ou se a máquina a vapor que gerava energia estragasse, era necessário paralisar uma grande quantidade de máquinas, ou a fábrica inteira até que os reparos fossem feitos (DEVINE, 1983, p. 352). Por causa do atrito, era necessário lubrificar periodicamente os eixos e as correias, e tendo em vista que uma fábrica grande tinha milhares de metros de eixos e correias, e milhares de aparelhos que pingavam o lubrificante, isto significava uma grande quantidade de tempo de trabalho destinado para reparações dos eixos e contra eixos, como do abastecimento dos recipientes que gotejavam o lubrificante.

A utilização da energia elétrica permitiu alterar a transmissão da energia através da substituição dos eixos e correias por fios elétricos, simplificando o mecanismo de transmissão de energia de um ponto até outro, com relativamente pequenas perdas energéticas. O custo dos edifícios (capital fixo) que abrigavam as fábricas diminuiu, tendo em vista que estes não necessitavam mais sustentar o peso dos eixos e dos equipamentos de transmissão, bem como a redução da quantidade de trabalhadores que precisavam realizar a manutenção, e das matérias-primas destinadas a isto, como os lubrificantes (DEVINE, 1983).

Apesar de tudo isso, Devine (1983, p. 364, tradução nossa) aponta que o principal motivo que levou os empresários a substituírem a energia a vapor pela elétrica foi o aumento do fluxo de produção.

[...] proporcionou aos fabricantes flexibilidade no projeto dos edifícios e na disposição das máquinas para maximizar o rendimento. As máquinas não eram mais agrupadas e posicionadas em relação aos eixos. O maquinário agora podia ser disposto no chão de fábrica de acordo com a sequência natural das operações de fabricação, minimizando o manuseio de material. A capacidade de organizar o maquinário independentemente do eixo tornou todo o espaço da fábrica igualmente útil e não apenas como armazenamento, como até então. Essa flexibilidade, por exemplo, permitiu que o U.S. Government Printing Office acrescentasse quarenta prensas de impressão: 'Embora não tenha aumentado a área real do piso, aumentou substancialmente nosso espaço de trabalho'.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> No original, "[...] gave manufacturers flexibility in the design of buildings and in the arrangement of machinery to maximize throughput. No longer were machines grouped and placed relative to shafts. Machinery could now be arranged on the factory floor according to the natural sequence of manufacturing operations, minimizing handling of material. The ability to arrange machinery irrespective of shafting made all space in the factory equally useful and not only as storage, as heretofore. Such flexibility, for example, allowed the U.S. Government Printing Office to add forty printing presses: 'Although it did not increase the actual floor area, it did materially increase our working floorspace'".

O principal motivo por considerar a eletricidade como um elemento de mudança, portanto, deve-se às alterações realizadas na disposição das máquinas e equipamentos que permitiram uma nova forma de organização da produção dentro da fábrica. A partir disso, foi possível racionalizar e tornar o processo de produção mais científico.

### **3.3.2 A reorganização do processo produtivo e as transformações nas relações de trabalho**

A necessidade do capital em organizar a produção de modo que economize recursos, diminua custos e acelere o tempo de produção não derivou da 2RI, e existe como um princípio desde o surgimento do capital, em especial, do capital industrial. Dessa forma, o rearranjo produtivo do qual Devine (1983) está comentando, encontrou possibilidades de ser aperfeiçoado por causa da criação de certas condições objetivas advindas do desenvolvimento das forças produtivas, como da eletricidade e da nova forma de transmissão de energia dentro da fábrica.

Esse movimento faz parte da aplicação da ciência ao processo produtivo. Diferentemente da 1RI, em que as invenções tinham um caráter mais empírico, e não era necessário um grande desenvolvimento de um corpo científico para o surgimento das inovações que marcaram aquele período, nem de grandes quantidades de capital, como Hobsbawm (2000, 2005) e Landes (2005) apontam, a 2RI diz respeito a uma etapa do desenvolvimento do capital em que o progresso tecnológico se torna menos “acidental”, e menos “acessível” para as pequenas empresas. O maior imbricamento entre ciência e produção diz respeito tanto ao desenvolvimento das máquinas e equipamentos, como da organização da produção.

A extensão aumentada de estabelecimentos industriais constitui por toda parte o ponto de partida para uma organização mais abrangente do trabalho coletivo, para um desenvolvimento mais amplo de suas forças motrizes materiais, isto é, para a transformação progressiva de processos de produção isolados e fixados pelo costume em processos de produção socialmente combinados e cientificamente ordenados. (MARX, 2013, p. 853-854).

Isso era observado por Marx como um movimento do próprio capital, o qual também foi sintetizado na obra de Taylor (1995). Neste trabalho, o autor discorre sobre métodos que aumentam a produtividade do trabalho, com ênfase no controle

do processo produtivo e na delimitação dos movimentos necessários para executar determinada tarefa. É argumentado que uma mesma tarefa pode ser executada de diversas formas e cabe a gerência da fábrica estabelecer a mais eficiente, aquela que necessita de menos tempo. “O desenvolvimento duma ciência [...] envolve a fixação de muitas normas, leis e fórmulas, que substituem a orientação pessoal empírica do trabalhador e que só podem ser realmente usadas depois de terem sido sistematicamente verificadas, registradas etc.” (TAYLOR, 1995, p. 41). Esse seria *the one best way*, ou seja, a melhor forma de realizar determinada tarefa.

Taylor (1995), ao estudar a maneira que os trabalhadores carregavam os lingotes de ferro na *Midvale Steel Company*, constatou diversos problemas que acarretavam numa diminuição da produtividade do trabalhador. Após algumas observações e fazendo com que os trabalhadores adotassem suas técnicas de carregamento, foi possível aumentar a carga diária que estes carregavam de 12,5 toneladas para 48 toneladas. De acordo com o autor, isso ocorreu sem alteração nos equipamentos e ferramentas utilizados, e sem ampliar a jornada de trabalho. Percebe-se que na prática sucedeu um aumento na quantidade de trabalho realizado no mesmo espaço de tempo, que é traduzido na intensificação do trabalho. Dal Rosso (2008) argumenta que o objetivo de Taylor era aumentar a intensidade do trabalho, sem, necessariamente, alterar as condições tecnológicas.

De acordo com Faria (1999), o *fordismo* é uma extensão do *taylorismo*. Em suma, aquele utiliza dos mesmos princípios deste, e aprofunda a divisão do trabalho e o controle sobre este por meio das máquinas. O exemplo clássico é a esteira-rolante, inaugurada em 1914, com um impacto tremendo sobre o tempo de produção do Modelo T, que foi reduzido em 90% no período de 3 meses (BRAVERMAN, 1987, p. 130). Esta diminuição não decorre exclusivamente da utilização da esteira-rolante, também engloba uma série de modificações que possuem o mesmo princípio dela, “em nossas oficinas nenhum material se transporta, e nenhuma operação se executa à mão. Se tal máquina pode tornar-se automática, nós a tornamos automática” (FORD, 2012, p. 71).

O método *fordista* pode ser muito bem visualizado no filme *Tempos Modernos*, de Charles Chaplin, ou no documentário *Carne e Osso* (2011). Este último retrata as condições de trabalho em alguns frigoríficos no Brasil, e é demonstrado que para acompanhar o ritmo da esteira, os trabalhadores precisam desossar uma coxa e sobrecoxa em 15 segundos, realizando 18 movimentos. De

acordo com os especialistas em segurança do trabalho consultados, isso é três vezes mais do que o considerado seguro para um corpo humano. As consequências são graves, tanto no que diz respeito às doenças físicas, com o desenvolvimento de tendinites, como às psíquicas, tendo em vista que o número de trabalhadores que possuem depressão do setor de frigoríficos é bem superior aos outros. Também é comentado pelos trabalhadores que o descanso diário não é suficiente para reposição da força de trabalho, e a partir de alguns anos, inclusive o repouso no final de semana deixa de ser suficiente.

Fazendo o paralelo com o surgimento do *fordismo*, a taxa de rotatividade dos trabalhadores chegou a 378%, no ano de 1913, na fábrica da Ford (enquanto a média de Detroit era de 200%), e o absenteísmo era de 10% (SLICTHER, 1921<sup>17</sup> *apud* RAFF; SUMMERS, 1987). O próprio Ford (2012, p. 98) comenta sobre a dificuldade em diminuir os níveis da rotatividade do trabalho e de absenteísmo em suas fábricas, tendo em vista que a situação estava tornando-se insustentável, “[se] continuássemos com o primitivo índice de admissões, seríamos obrigados hoje a tomar 200.000 homens por ano, problema quase insolúvel”.

A intensificação do trabalho está relacionada ao maior controle da jornada pelo capitalista. Como foi apontado, na 1RI isso ocorreu, principalmente, no setor têxtil; agora, a lógica fabril está sendo estendida para outros setores. Entretanto, diferentemente do que foi constatado na 1RI, quando sucedeu o aumento da jornada de trabalho junto com a sua intensificação, na 2RI, foi verificada a diminuição da jornada de trabalho. Tanto Taylor quanto Ford, ou aquilo que é denominado de *taylorismo* e *fordismo*, são técnicas de administração da produção que buscam a intensificação do trabalho (diminuição dos poros da jornada de trabalho). Ford consegue realizar de forma mais profunda por causa da utilização da esteira-rolante possibilitando que a matéria-prima vá até o trabalhador, desse modo, o tempo que era destinado ao deslocamento do trabalhador, passa a ser utilizado para a transformação da matéria-prima; além disto, o ritmo de trabalho é intensificado com a aceleração da esteira-rolante. De acordo com Frey (2018, p. 148), o sucesso da produção em massa, “inaugurada” por Ford, assentava no fato deste ter conseguido estabelecer, por meio da eletricidade, um sistema de produção “avançado”.

---

<sup>17</sup> Slichter, S. The Management of Labor. **Journal of Political Economy**, United States, v. 27, n. 10, p. 813-39, 1919.

De acordo com Marx (2013, p. 591), e conforme Dal Rosso (2008, p. 47), a limitação legal da jornada de trabalho na Inglaterra, de 12 para 11, e posteriormente, para 10 horas, colocou um freio na extração do mais-valor. A partir disso, seria possível aumentar a expropriação do mais-valor pela intensificação do trabalho (mais-valor absoluto) e com a utilização de máquinas e equipamentos que levassem a produtividade do trabalho (mais-valor relativo).

A redução da jornada de trabalho verificada no período 1870-1950 não foi linear, nem igual em todos os países. Em meados da década de 1870, nos EUA, a jornada de trabalho (em média) era de 10,5 horas. Foi entre 1908-1919 que ocorreu uma inflexão na disputa pela redução da jornada de trabalho, quando a classe trabalhadora conquistou a jornada diária de 8 horas (por seis dias). Entretanto, no final da década de 1920 (antes da grande depressão), a euforia econômica voltou a elevar a jornada de trabalho, sendo que apenas 45% dos trabalhadores laboravam até 8 horas por dia (55% trabalhavam mais), e apenas após a II Guerra Mundial que o movimento operário daquele país conseguiu estabelecer a jornada de 8 horas por cinco dias (ao invés de seis). De modo semelhante, tanto na Itália, como na Alemanha, foi verificado uma redução na jornada de trabalho diária para 8 horas após 1917/18, perdurando até o início da II Guerra Mundial, momento em que ela volta a crescer. Após o término da II Guerra Mundial, é possível verificar a queda da jornada para 8 horas diárias na Itália, e 35 horas semanais na Alemanha (BASSO, 2018, p. 183-188).

Sinteticamente, acerca da jornada de trabalho, é verificada uma queda nos países com a indústria mais desenvolvida, como os Estados Unidos e Inglaterra; ao mesmo tempo, ocorre a sua intensificação. Dessa forma, ao mesmo tempo que transcorre uma mudança quantitativa (extensão da jornada), também sucede a transformação qualitativa da mesma, por meio do processo de intensificação, ou da “condensação do trabalho num grau que só pode ser atingido com uma jornada de trabalho mais curta” (MARX, 2013, p. 592). Essas modificações refletem alterações no mais-valor absoluto (reduz a jornada, mas aumenta a intensidade), entretanto, a aplicação de máquinas e equipamentos mais eficientes, como foi descrito nas inovações que marcaram a 2ª RI, dizem respeito ao aumento do mais-valor relativo. Ambos os processos estão entrelaçados, tendo em vista que por meio da aplicação das máquinas os capitalistas conseguem estabelecer um maior controle sobre o ritmo de trabalho, portanto, sobre a intensidade deste.

### 3.4 A TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E AS RELAÇÕES DE TRABALHO

O início da Terceira Revolução Industrial (3RI) é usualmente datado na década de 1960/70, caracterizada pelo surgimento dos primeiros computadores modernos, do desenvolvimento dos semicondutores, dos microprocessadores e da internet, que permitiram maior automação dos processos produtivos. Também entram nesta lista, o surgimento da inteligência artificial, nanotecnologia, robótica, energias renováveis e da impressora 3D (MOHAJAN, 2021, p. 3).

O computador, os semicondutores, microprocessadores e a internet foram o centro desta revolução, que também é denominada de revolução microeletrônica. Ocorreu um salto de qualidade no desenvolvimento das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs), que permitiram o avanço na capacidade das máquinas e dos equipamentos em armazenar, processar e distribuir informações (RIFKIN, 1995; JÚNIOR, 2000, p. 50).

Na obra *The third industrial Revolution*, Rifkin (2011, p. 32-33), parece possuir uma visão quase idílica acerca desta revolução, a qual estaria baseada em cinco pilares, sendo que todos estão relacionados ao fornecimento de energia:

- a) como a utilização de energia renovável;
- b) a utilização de micro-usinas locais para fornecimento de energia;
- c) o uso de hidrogênio e outras tecnologias para estocar a energia que é intermitente, como o sol e o vento;
- d) a utilização da internet para o compartilhamento de energia em cada continente;
- e) a transição para veículos elétricos.

Em suma, nesta obra, para Rifkin a essência da 3RI estaria na substituição de fontes de energia não renováveis, como o petróleo e o carvão, pelas energias “verdes”, como a solar, a eólica e a eletrificação dos veículos automotores.

Certamente os problemas ambientais ocasionados pela grande emissão de CO<sub>2</sub> decorrente do avanço da indústria e do crescimento da produção, como o aumento da temperatura da terra e os desequilíbrios que isso gera, possuem um grande impacto para a nossa sociedade, entretanto, o foco desse trabalho, é a relação entre as novas tecnologias e o impacto destas nas relações de trabalho. Para isso, será abordado o que foram essas novas tecnologias que surgiram ou que

se alastraram a partir da década de 1960/70, e o impacto delas nas relações sociais de produção.

### 3.4.1 O computador e o Controle Numérico

A origem histórica dos computadores está relacionada à construção de instrumentos que auxiliem os seres humanos na atividade de “computar”, liberando “o homem das tarefas repetitivas e de simples execução”; seguindo essa linha de raciocínio, é possível demarcar que o surgimento dos computadores é anterior ao século XX; entretanto, foi apenas a partir da década de 1950 que foram criados os computadores modernos e eletrônicos (não mais mecânicos). Um dos exemplos que vale ser destacado é o Electronic Numerical Integrator And Computer (ENIAC), considerado como o “primeiro” computador do mundo. Fabricado no ano de 1946, e por meio desta máquina tornou-se possível calcular o trajeto de um míssil balístico em menos de um minuto, sendo que este tipo de tarefa poderia demandar em torno de 20 horas de trabalho de um especialista (FONSECA FILHO, 2007, p. 85-119; RIFKIN, 1995, p. 65).

Before the advent of the first electronic computer in 1946, the distinction between humans and computers was meaningless. Humans were computers. ‘Computer’ was an occupation, typically performed by women who specialized in basic arithmetic.<sup>18</sup> (FREY 2019, p. 228).

Com a terceira geração dos computadores (1964-1970), ocorreu um grande avanço na capacidade de processamento dos computadores, por meio dos circuitos integrados, e no desenvolvimento tecnológico que permitiu a união de milhares de componentes eletrônicos em um pequeno espaço, interligados em uma “pastilha” de silício, denominado de *chip*. A partir deste momento, houve um impulso para diminuir o tamanho dos computadores, seguido do surgimento dos computadores da quarta geração, com a diminuição do tamanho e da energia necessária para o funcionamento destes, aumento da capacidade de processamento possibilitada pelo emprego do “processamento paralelo”, inaugurada pelo supercomputador *Cray-1*,

---

<sup>18</sup> “Antes do surgimento do primeiro computador eletrônico em 1946, a distinção entre humanos e computadores não fazia sentido. Os seres humanos eram computadores. ‘Computador’ era uma ocupação, geralmente exercida por mulheres especializadas em aritmética básica”. (FREY, 2019, p. 228, tradução nossa).

que foi a primeira máquina em que o processador dividia uma instrução em partes, de modo a operacionalizá-la simultaneamente, semelhante à construção de um carro, em que as diversas partes são construídas ao mesmo tempo (FONSECA FILHO, 2007).

De acordo com Rifkin (1995, p. 66-67), a emergência dos computadores programáveis, ainda na década de 1950, mostrou-se fértil para acelerar um processo que já estava em andamento: a reestruturação produtiva que buscava ampliar o grau de automação. O autor argumenta que a utilização dos computadores para a automação ocorria através da programação que determinava a forma de operacionalização de diversas máquinas, permitindo reduzir o número de trabalhadores no chão de fábrica. Isso também possibilitou realizar análises mais precisas dos problemas de cada etapa do processo produtivo, minimizando os possíveis erros de produção.

Interessante notar que o sistema que permitiu a automação das mais diversas atividades, é chamado de Controle Numérico (C/N), ou *Numerical Control (N/C)*, e que foi inicialmente utilizado na indústria aérea norte-americana (que contava com fortes subsídios do Estado). A difusão para outros setores foi um processo difícil e custoso, tendo em vista que no início, o custo de treinamento para utilização desta programação tornava inviável a utilização para a maior parte das empresas. A nova tecnologia, “cara e problemática”, foi introduzida gradualmente, durante um período de expansão industrial e crescimento econômico. No início, Noble (2011, p. 230-233) argumenta que o principal interesse dos empresários em utilizar esta nova tecnologia estava assentada na promessa de que com a programação das máquinas, realizada por um número reduzido de trabalhadores (mais qualificados), seria altamente compensada pela redução salarial de um número muito maior de trabalhadores do chão de fábrica, tendo em vista que os operadores das máquinas precisariam de menos conhecimento para operarem as máquinas, bem como proporcionaria maior controle sobre a produção reduzindo o grau de dependência do capital em relação à força de trabalho (do chão de fábrica).

Para além dos maiores recursos fornecidos pelas máquinas, a tecnologia de controle numérico parecia oferecer várias perspectivas à gerência. Em primeiro lugar, ela prometia maior controle sobre a produção e, ao mesmo tempo, reduzia a dependência da força de trabalho. Ao possibilitar a separação entre a concepção e a execução, entre a programação e a operação da máquina, o C/N parecia permitir a remoção completa da

tomada de decisões e do julgamento do chão de fábrica<sup>19</sup>. (NOBLE, 2011, p. 231, tradução nossa).

Ao mesmo tempo que estaria rebaixando as habilidades necessárias dos trabalhadores do chão de fábrica para operarem as máquinas, também substituiria aqueles que operam tarefas repetitivas, compensando um maior gasto com parte da força de trabalho que é especializada na programação das máquinas e dos equipamentos, responsáveis por determinar a velocidade, a forma de operação, e todos os ajustes que fossem necessários, e que estão alocados no setor administrativo da empresa. *“Robots replaced workers in repetitive assembly work, but the machines also required skilled personnel capable of programming, reprogramming, and occasionally repairing them”*<sup>20</sup> (FREY, 2019, p. 232).

A utilização do sistema de C/N aprofundou a separação entre o planejamento e a execução, que foi tão bem defendida e implementada por Taylor. Com a aplicação desta tecnologia sucedeu o aumento do controle da produção pelos capitalistas, realizado conjuntamente pelos trabalhadores responsáveis pela *gerência* da fábrica, diminuindo a dependência dos trabalhadores do *chão de fábrica*.

What is today called 'automation' is conceptually a logical extension of Taylor's scientific management ... Taylor preached that productivity required that 'doing' be divorced from 'planning.' ... Once operations have been analyzed as if they were machine operations and organized as such ..., they should be capable of being performed by machines rather than by hand.<sup>21</sup> (DRUCKER, 1986 apud NOBLE, 2011, p. 231).

Cabe salientar que um passo nessa direção já tinha sido efetivamente dado por Ford, ao aplicar a esteira-rolante, entre outras máquinas para ditar o ritmo da produção. Entretanto, Noble (2011, p. 231) destaca que por meio da programação,

---

<sup>19</sup> No original, “Beyond greater machining capabilities, numerical control technology appeared to offer management several prospects. First, it promised greater control over production, while reducing dependence upon the work force. By making possible the separation of conception from execution, of programming from machine operation, N/C appeared to allow for the complete removal of decision-making and judgment from the shop floor”.

<sup>20</sup> “Os robôs substituíram os trabalhadores em trabalhos de montagem repetitivos, mas as máquinas também exigiam pessoal qualificado capaz de programar, reprogramar e, ocasionalmente, consertá-las (FREY, 2019, p. 232, tradução nossa).

<sup>21</sup> “O que hoje é chamado de ‘automação’ é conceitualmente uma extensão lógica da administração científica de Taylor. ... Taylor pregava que a produtividade exigia que o ‘fazer’ fosse separado do ‘planejar’ ... Uma vez que as operações tenham sido analisadas como se fossem operações de máquina e organizadas como tal ..., elas devem poder ser executadas por máquinas, e não por humanos”. (DRUCKER, 1986 apud NOBLE, 2011, p. 231, tradução nossa). DRUCKER, Peter. *The technology and society in the twentieth century*. In: Kranzberg and Pursell. **Technology in Western Civilization**, v. II. Oxford: Oxford University Press.

era possível colocar uma das exigências da gerência em uma fita, introduzi-la na máquina, determinando o tempo da operação, o que seria feito e como seria, significando um avanço tanto daquilo que Taylor, como Ford buscaram, da separação entre o planejar e fazer, e superando a resistência dos trabalhadores em diminuir o ritmo da produção.

Um dos exemplos citados por Noble (2011, p. 235), foi a invenção da *milling machine* (máquina de corte) pelo MIT, ainda na década de 1950. Essa máquina, programada por meio do C/N operava de forma automática, programada por um ser humano, mas não precisava ser operada por um. As tarefas do trabalhador de chão de fábrica limitavam-se a carregar, descarregar e iniciar a máquina; isso possibilitou, em termos práticos, a diminuição da atenção do trabalhador para o manejo da máquina, e do tempo de treinamento, bem como o rebaixamento das habilidades necessárias para efetuar o trabalho. Outra possibilidade que surgiu a partir disso é a alocação de um trabalhador para supervisionar diversas máquinas, tendo em vista que a operacionalização das máquinas foi simplificada, reduzindo o custo do trabalho por unidade de produto.

Em um artigo no ano de 1965, de Peter Drucker – uma espécie de guru das questões administrativas e de gestão de empresas da década de 1960 –, este argumentou que a “automatização” (ou automação), é um termo mais moderno para a palavra mecanização. Entretanto, ambas denotam o mesmo processo: a substituição da força de trabalho por máquinas, tornando dispensável as habilidades dos trabalhadores, ou simplificando o trabalho de outros<sup>22</sup> (FREY, 2019, p. 227).

Disso denota algo que já era observado por Ure (2006, p. 196), ainda nos séculos XVIII e XIX, ao apontar que diferentemente dos mestres do antigo Egito que não tinham o controle sobre as horas de trabalho e os salários dos seus subordinados, os capitalistas “buscaram a libertação dessa escravidão intolerável nos recursos da ciência e foram rapidamente reintegrados em sua regra legítima, a do chefe sobre os membros inferiores”<sup>23</sup>. De acordo com o autor, a utilização da ciência, por meio da mecanização, com a substituição da força de trabalho por

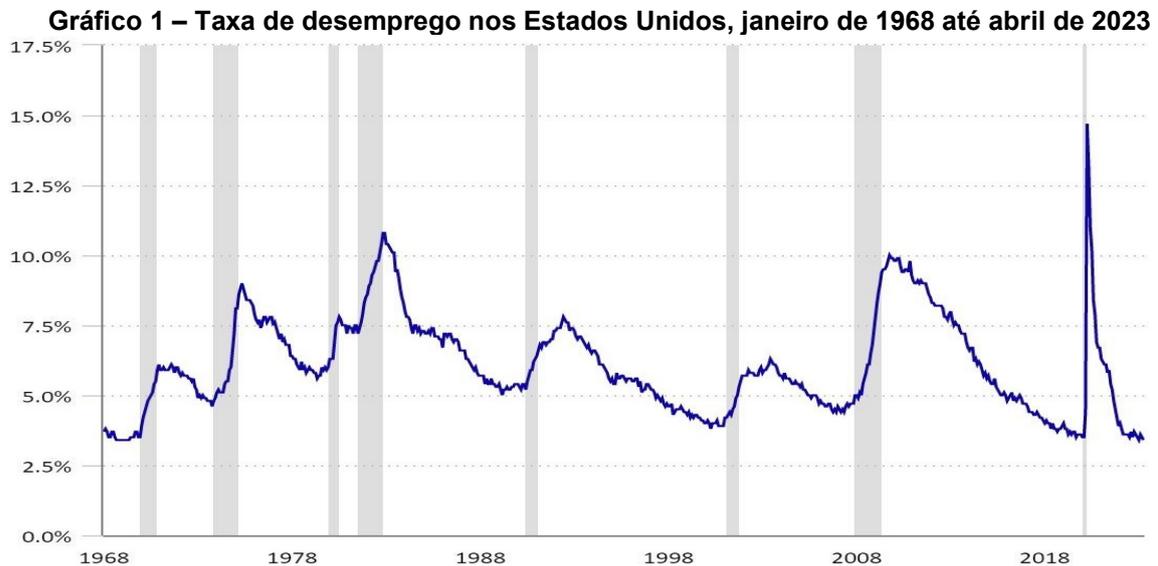
---

<sup>22</sup> O artigo mencionado é o seguinte: P. F. Drucker, 1965, “Automation Is Not the Villain,” New York Times, January 10. Disponível em: <https://www.nytimes.com/1965/01/10/archives/automation-is-not-the-villain-automation-is-not-the-villain.html>.

<sup>23</sup> No original: At length capitalists sought deliverance from this intolerable bondage in the resources of science, and were speedily re-instated in their legitimate rule, that of the head over the inferior members (URE, 2006, p. 196).

máquinas, é uma forma que os capitalistas encontram para ter um maior poder de barganha em determinar a jornada de trabalho e os salários dos operários.

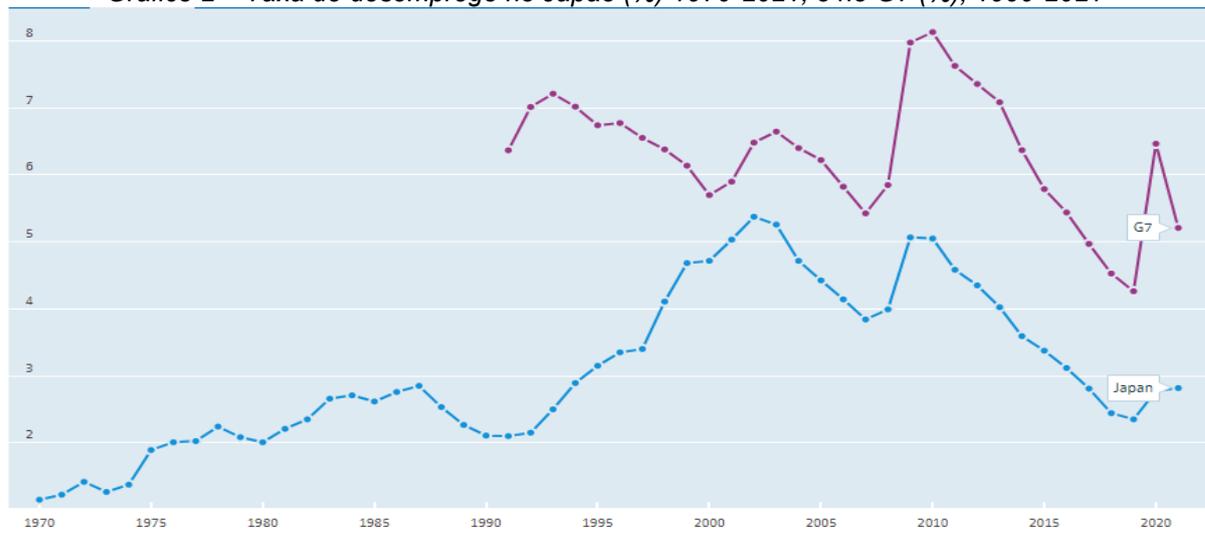
A revolução eletrônica que está ocorrendo chegou a ser interpretada por alguns autores como uma revolução que iria acabar com o *trabalho* humano, o qual seria substituído pelas máquinas. Isso significa que as inovações da 3RI seriam capazes de substituir totalmente o trabalho humano? Bem, é fácil responder essa questão hoje, tendo em vista que após 50 anos desta revolução, a taxa de desemprego na maior economia do mundo é inferior a 4% e, em média, permaneceu próxima aos 6% no respectivo período, sem nenhuma alteração estrutural, apenas com variações que seguiram a conjuntura econômica, como pode ser visto no gráfico 1. Em relação às principais economias do mundo, observando o G7<sup>24</sup> (o Japão aparece destacado no gráfico, apesar de também compor o grupo), a taxa de desemprego permaneceu baixa, como pode ser visto no gráfico 2, com algumas flutuações conjunturais, mas sem variância estrutural significativa. Entretanto, na década de 1970 e 1980, surgiram diversos autores, com grande respaldo acadêmico e da sociedade, defendendo o suposto fim do trabalho.



Fonte: BLS (2023).

<sup>24</sup> Este grupo é formado por Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Alemanha, França, Itália e Japão.

Gráfico 2 – Taxa de desemprego no Japão (%) 1970-2021, e no G7 (%), 1990-2021



Fonte: OCDE (2023).

Como os gráficos 1 e 2 demonstram, não ocorreu nenhuma alteração substancial da taxa de desemprego nas maiores economias do mundo. As variações nas taxas de desemprego foram flutuações conjunturais.

### 3.4.2 As transformações nas relações de trabalho e o imaterial

Um dos principais autores que relacionou o desenvolvimento tecnológico que estava ocorrendo (3RI) com o fim dos empregos foi Rifkin (1995, p. xvi, tradução nossa). Ele defendeu que “as inovações tecnológicas e as forças direcionadas pelo mercado estão nos levando à beira de um mundo quase sem trabalhadores”<sup>25</sup>. Cabe salientar que a mesma obra é citada mais de 5,5 mil vezes, segundo o *scholar.google.com*. De forma semelhante, Aronowitz e Difazio (1996, p. xii), apontam que por causa dos avanços tecnológicos e da internacionalização da produção, existiriam muitos trabalhadores procurando emprego para poucos empregos disponíveis, e estes ainda seriam mal remunerados, dessa forma, a saída para uma vida digna para a população deixaria de estar centrada na obtenção de um trabalho, mas na atuação do Estado para atenuar esta tendência implacável, por meio de políticas públicas.

Gorz (1982; 2005) também enxerga as inovações que marcam a 3RI como uma modificação radical na organização da sociedade. O autor compreende que a

<sup>25</sup> No original: the technological innovations and market-directed forces that are moving us to the edge of a near workerless world.

“crise do socialismo” deriva da crise do proletariado: o sujeito revolucionário, o operário profissional, está em vias de desaparecer. Com o novo tipo de trabalho que está sendo desempenhado, o “poder” não pertence mais a classe trabalhadora, esta torna-se um sujeito passivo que apenas reproduz ordens, seja na fábrica, ou nos escritórios. A partir disso, o trabalho efetuado aparece como algo externo ao trabalhador, portanto, este não consegue mais identificar-se com o produto do seu labor. Morre o sentimento de pertencer a uma determinada classe (GORZ 1982, p. 85-86).

É o surgimento do “neoproletariado”, um conjunto de pessoas “sem-classe”, que migram de emprego em emprego, estão subocupados, desempregados, pulam de um trabalho para o outro, ou foram expulsos do processo produtivo: é a “abolição” do trabalho por causa do avanço da industrialização, marcada pela automação e a informatização. “É o produto da decomposição da antiga sociedade fundada no trabalho: na dignidade, na valorização, na utilização social, no desejo do trabalho” (GORZ, 1982, p. 88).

A depender da obra analisada, Gorz parece ter um enfoque, ou entendimento, diferente sobre os impactos do avanço tecnológicos nas condições de trabalho. Em *Adeus ao proletariado*, Gorz (1982, p. 87) argumenta que está ocorrendo a dissolução de um tipo de capitalismo, portanto, da classe trabalhadora clássica, das relações sociais de produção capitalistas clássicas, “sob o efeito de técnicas produtivas novas”, com o nascimento destes trabalhadores com ocupações precárias. Em *O Imaterial*, Gorz (2005, p. 9-10) volta sua atenção ao surgimento de um outro tipo de trabalhador, da sociedade do conhecimento, que tem o seu saber valorizado, bem como suas vivências, a capacidade de auto-organização, da comunicação, da motivação, em que as empresas entendem esse conjunto de habilidades como “capital humano”. A visão mais “positiva” sobre esse novo tipo de trabalho e trabalhador está alicerçada na seguinte análise do autor: seria improvável que o conhecimento fosse transformado em capital e mercadoria, pois, isso seria algo “difícil, custoso e sem garantias”, portanto, improvável.

O autor ressalta que o período pelo qual a sociedade está passando “coexistem muitos modos de produção”, e que a transformação perpassa não mais a valorização do *capital fixo* (máquinas, equipamentos, instalações, etc.), mas a valorização do “imaterial”, do “capital humano”, da “inteligência”. Esta nova etapa do capitalismo “pós-moderno” é permeada por mutações nas relações de trabalho, onde

a grandeza do valor que, desde os tempos de Adam Smith está na quantidade de trabalho abstrato, passa a ser determinada pelo *trabalho complexo*, dessa forma, a lei do valor trabalho perderia sua aplicabilidade (GORZ, 2005, p. 15).

A diferença entre os trabalhadores “pós-fordistas” e os trabalhadores das empresas taylorizadas e fordistas, de acordo com Gorz (2005, p. 19), está no fato de que estes últimos só se tornam produtivos ao capital quando submetidos às regras da gerência, quando são “despojados dos saberes, das habilidades e dos hábitos desenvolvidos pela cultura do cotidiano”. Diferentemente, os trabalhadores pós-fordistas, frutos da “economia do conhecimento”, que produzem o “imaterial”, possuem capacidades “expressivas e cooperativas que não se podem ensinar”. A nova economia

[...] indica que o conhecimento se tornou a principal força produtiva [...] pelo seu conteúdo de conhecimentos, informações, de inteligências gerais. É esta última, e não mais o trabalho social abstrato mensurável segundo um único padrão, que se torna a principal substância social comum a todas as mercadorias. É ela que se torna a principal fonte de valor e de lucro, e assim, segundo vários autores, a principal forma do trabalho e do capital. (GORZ, 2005, p. 29).

Se o valor deixa de ser determinado pelo tempo de trabalho socialmente necessário, é de se supor que o mais-valor e o lucro também perdem esse vínculo com o tempo. Dessa forma, a amplitude da jornada de trabalho, bem como a intensidade desta, perdem importância frente às qualidades dos trabalhadores que não podem ser quantificadas, como o conhecimento. Além do mais, a separação dos trabalhadores dos meios de produção, portanto, entre os produtores diretos e o resultado do trabalho, está sendo abolida. As forças produtivas podem ser apropriadas pelos trabalhadores, o computador surge como o instrumento que é “universalmente acessível”, em que “todos os saberes e todas as atividades podem, em princípio, serem partilhados” (GORZ, 2005, p. 21).

O caráter cada vez mais qualitativo, cada vez menos mensurável do trabalho, põe em crise a pertinência das noções de 'sobretalho' e de 'sobrevvalor'. A crise da medição do valor põe em crise a definição da essência do valor. Ela põe em crise, por consequência, o sistema das equivalências que regula as trocas comerciais. (GORZ, 2005, p. 30).

Visão semelhante é compartilhada por Lazzarato e Negri (2001a). Os autores defendem que o desenvolvimento das forças produtivas, ao mesmo tempo que derivam do imperativo do capital, também estão sedimentando as circunstâncias que

irão derrubar os seus alicerces. Isso não é exatamente uma novidade, tendo em vista que Marx (2009, p. 47-48) tinha observado que “de formas evolutivas das forças produtivas que eram, essas relações convertem-se em entraves. Abre-se, então, uma época de revolução social”.

Essas modificações estão relacionadas aos vinte anos de reestruturação (isso em 1990) das grandes fábricas, que geraram um “estranho paradoxo” para o capital. Ocorreu a derrota do operário fordista, com o nascimento do trabalhador pós-fordista, do sujeito “pós-industrial”. Isso transformou a forma de produção da riqueza, a qual depende cada vez menos do *tempo de trabalho*, e mais do desenvolvimento tecnológico (LAZZARATO; NEGRI, 2001a p. 25-26).

Isso guarda uma certa relação com o que Marx (2013) desenvolveu sobre a tendência do mais-valor relativo, entretanto, possui uma diferença essencial, pois de acordo com este, o desenvolvimento do capital, com o aumento do capital constante, do incremento de produtividade por causa da utilização de máquinas e equipamentos mais eficientes, não alteraria o fato da magnitude do valor ser determinada pela quantidade de trabalho. Diferentemente, para Lazzarato e Negri, o contraste assenta no fato deles defenderem que a riqueza deixou de advir do trabalho, o mais-valor não é mais a condição de desenvolvimento da riqueza,

Com isso a produção baseada sobre o valor de troca desmorona e o processo de produção material imediato vem perder também a forma da miséria e do antagonismo. [...] o livre desenvolvimento das individualidades e, portanto, não a redução do tempo de trabalho necessário para criar mais trabalho, mas em geral, a redução do trabalho necessário da sociedade a um mínimo, ao qual correspondem, em seguida, a formação e o desenvolvimento artístico, científico etc. dos indivíduos *graças ao tempo que se tornou livre* e aos meios criados por todos eles. (LAZZARATO; NEGRI, 2001a, p. 28, grifo nosso).

A relação entre trabalho e capital foi transformada: o trabalho deixa de ser subordinado ao capital e passa a possuir autonomia em relação ao tempo de trabalho. Os trabalhadores constituem-se como “sujeitos independentes”, livres do domínio do capital na sociedade pós-industrial, a função de gerência, que representa a personificação do capital, precisa se adaptar à cooperação e articulação dos trabalhadores, a “época em que o controle de todos os elementos da produção dependia da vontade e da capacidade do capitalista é superada: é o trabalho que, cada vez mais, define o capitalista, e não o contrário” (LAZZARATO; NEGRI, 2001a p. 31-32). É esse movimento que os autores denominam de “paradoxo do

capitalismo pós-industrial”, o fato de que o desenvolvimento do próprio capital, em específico, o atual avanço das forças produtivas está levando a modificações disruptivas nas relações sociais de produção, que significam a própria superação deste modo de produzir, ou uma nova etapa deste modo de produção.

A nova empresa que surgiu a partir da reestruturação produtiva da década de 1970 não tem mais como foco o controle do trabalho, do tempo de trabalho, do método de produção, da organização da produção. Ela está centrada na comercialização e financeirização. O empresário schumpeteriano (empresário clássico) que, se ocupava dos tempos e métodos, deixa de ser o fundamental da empresa do “novo capitalismo”, pois a mais-valia passa a depender mais do resultado do controle dos fluxos financeiros e comunicativos. Na esfera comunicativa, por exemplo, a mídia, nesta nova etapa do capitalismo, não se distingue mais do empresário (garantidor da produção do mais-valor), nem das pessoas que organizam o funcionamento da política, ou seja, do Estado, (LAZZARATO; NEGRI, 2001b).

Em suma, é possível compreender que a crítica destes autores à teoria marxiana está baseada na análise de que as modificações do capitalismo na década de 1970, com o desenvolvimento dos computadores, dos softwares e do “imaterial”, modificou radicalmente os alicerces deste modo de produção, não ao ponto deste tornar-se algo totalmente diferente, pois eles continuam denominando esta nova forma de capitalismo, mas com algumas variações, como o “capitalismo cognitivo”, “economia do conhecimento”, “capitalismo pós-fordista”, “capitalismo pós-industrial”, etc.

Neste novo modo de produção, ou, de forma mais precisa, nesta nova modalidade de capitalismo, a teoria do valor do trabalho teria perdido sua validade, dado que existe um novo tipo de trabalho, que é complexo e é influenciado por tantas variáveis que compõem o saber do trabalhador, como a inteligência, motivação, auto-organização, criatividade e liderança, que torna impossível equalizar uma jornada de trabalho de um trabalhador com a jornada de outro; mesmo que eles trabalhem o mesmo período de tempo, um pode criar significativamente mais valor, tendo em vista às suas capacidades que foram adquiridas pela “cultura do cotidiano”.

A essência da elaboração teórica destes autores deriva da leitura dos *Grundrisse*, em especial, das seguintes passagens de Marx (2011, p. 934).

Na mesma medida em que o tempo de trabalho – o simples quantum de trabalho – é posto pelo capital como único elemento determinante de valor, desaparece o trabalho imediato e sua quantidade como o princípio determinante da produção – a criação de valores de uso –, e é reduzido tanto quantitativamente a uma proporção insignificante, quanto qualitativamente como um momento ainda indispensável, mas subalterno frente ao trabalho científico geral, à aplicação tecnológica das ciências naturais, de um lado, bem como [à] força produtiva geral resultante da articulação social na produção total – que aparece como dom natural do trabalho social (embora seja um produto histórico). O capital trabalha, assim, pela sua própria dissolução como a forma dominante da produção.

E,

O seu pressuposto é e continua sendo a massa do tempo de trabalho imediato, o quantum de trabalho empregado como o fator decisivo da produção da riqueza. No entanto, à medida que a grande indústria se desenvolve, a criação da 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. 940).

A partir da leitura destes trechos, os autores do imaterial defendem que por causa do desenvolvimento da 3RI chegou o momento em que o “trabalho imediato e a sua quantidade desaparece como o princípio da determinante da produção”. O motivo estaria no fato “de que o saber se tornou a fonte mais importante da criação de valor é particularmente o saber vivo, que está na base da inovação, da comunicação, e da auto-organização criativa”, como salienta Gorz (2005, p. 20).

Entretanto, é possível perceber na obra de Marx que o próprio autor compreendeu e ressaltou o caráter contraditório do desenvolvimento do capital e das forças produtivas, tendo em vista, inclusive, citações sobre o trabalho imaterial, a apropriação da ciência pelo capital, e a utilização desta como meio para subsumir o trabalhador, ou seja, de controlar os trabalhadores.

O saber aparece na maquinaria como algo estranho, externo ao trabalhador; e o trabalho vivo é subsumido ao trabalho objetivado que atua autonomamente. O trabalhador aparece como supérfluo desde que sua ação não seja condicionada pelas necessidades [do capital]. (MARX, 2011, p. 933).

Por outro lado, Marx reconhece que o desenvolvimento das forças produtivas como um imperativo do capital “beneficiará o trabalho emancipado e é a condição de sua emancipação”, e ressalta que o capital fixo só é fonte de valor, na medida em que o próprio é tempo de trabalho objetivado (MARX, 2011, p. 937). Com isso, não é

correto afirmar que a partir da evolução das forças produtivas, resultará, de forma espontânea, um novo modo de produção (ou em um novo tipo de capitalismo) onde o trabalho é emancipado, pois o autor defende que o capital busca transformar a diminuição do tempo de trabalho necessário em tempo de trabalho excedente.

Desse modo, e a despeito dele mesmo, ele é instrumento na criação dos meios para o tempo social disponível, na redução do tempo de trabalho de toda a sociedade a um mínimo decrescente e, com isso, na transformação do tempo de todos em tempo livre para seu próprio desenvolvimento. Todavia, sua tendência é sempre, por um lado, de criar tempo disponível, por outro lado, de convertê-lo em trabalho excedente. (MARX, 2011, p. 944-945).

Apesar do incrível desenvolvimento das forças produtivas ocorrido no capitalismo, no ponto de vista de Marx, isto não altera o fato da magnitude do valor derivar da quantidade de trabalho *socialmente* necessária para a produção de determinada mercadoria. Como trabalho, depreende-se o uso de nervos, músculos e cérebro dos trabalhadores. Com o desenvolvimento dos meios de trabalho, o último estágio deste desenvolvimento é a máquina, ou

[...] melhor dizendo, um *sistema automático* da maquinaria (sistema da maquinaria; o *automático* é apenas a sua forma mais adequada, mais aperfeiçoada, e somente o que transforma a própria maquinaria em um sistema), posto em movimento por um autômato, por uma força motriz que se movimenta por si mesma; tal autômato consistindo em numerosos órgãos mecânicos e intelectuais, de modo que os próprios trabalhadores são definidos somente como membros conscientes dele. (MARX, 2011, p. 929, grifos do autor).

Por causa deste desenvolvimento, o capital fixo deixa de ser uma ferramenta de trabalho, para que o trabalhador se transforme numa ferramenta da máquina, servindo, apenas para supervisioná-la e mantê-la livre de falhas. O capital busca incessantemente aumentar as forças produtivas e diminuir o trabalho necessário ao mínimo possível. O desenvolvimento da maquinaria não é algo casual para o capital, mas a metamorfose do meio de trabalho que tinha como agente o trabalhador, em um meio de produção mais adequado ao capital, pois o operário deixa de ser um agente. Isso é resultado da acumulação “do saber e da habilidade, das forças produtivas gerais do cérebro social”, que é absorvida pelo capital, e transformado em capital fixo, materializado na máquina (MARX, 2011, p. 932).

Marx (2011, p. 409) já criticava a concepção de Adam Smith sobre o lucro ter de ser necessariamente incorporado em um produto *material*.

[...] o fato de que o mais-valor tem de se expressar em um produto material é concepção rudimentar que ainda figura em A. Smith. Os atores são trabalhadores produtivos, não porque produzem o espetáculo, mas porque aumentam a riqueza de seu empregador. Todavia, para essa relação é absolutamente indiferente o tipo de trabalho que é realizado, portanto, em que forma o trabalho se materializa.

Em *O Capital*, o autor reforça o entendimento do avanço das forças produtivas não deslocarem a centralidade do trabalho como fonte de valor, que o capital constante apenas tem seu valor transferido ao produto. Com o incremento das máquinas e equipamentos utilizados no processo produtivo, ocorre o aumento do mais-valor relativo, por causa da diminuição do tempo de trabalho necessário, sendo possível se apropriar de uma fatia maior de mais-trabalho.

Ao mesmo tempo, o capital também aprofundou a divisão do trabalho, separando o que antes era feito por um indivíduo em uma série de etapas que engloba o trabalho de muitas pessoas. O exemplo utilizado por Smith (1996), em 1776, demonstra como, por meio da especialização dos trabalhadores em poucos movimentos, resulta no aumento da produtividade destes. Neste exemplo, ocorre a divisão do trabalho manual, entretanto, de acordo com Marx (2013, p. 705-706), o capital também faz a separação entre o trabalho manual e o intelectual,

Enquanto o processo de trabalho permanece puramente individual, o mesmo trabalhador reúne em si todas as funções que mais tarde se apartam umas das outras. Em seu ato individual de apropriação de objetos da natureza para suas finalidades vitais, ele controla a si mesmo. Mais tarde, ele é que será controlado. O homem isolado não pode atuar sobre a natureza sem o emprego de seus próprios músculos, sob o controle de seu próprio cérebro. Assim como no sistema natural a cabeça e as mãos estão interligadas, também o processo de trabalho conecta o trabalho intelectual ao trabalho manual. Mais tarde, eles se separam até formar um antagonismo hostil [...]. Para trabalhar produtivamente, já não é mais necessário fazê-lo com suas próprias mãos; basta, agora, ser um órgão do trabalhador coletivo, executar qualquer uma de suas subfunções. A definição original do trabalho produtivo citada mais acima, derivada da própria natureza da produção material, continua válida para o trabalhador coletivo, considerado em seu conjunto. Mas já não é válida para cada um de seus membros, tomados isoladamente.

O próprio Marx (2014) identificou a existência de trabalhos que não resultam em uma mercadoria tangível. Nesse sentido, cabe o exemplo da indústria das

telecomunicações que engloba a indústria dos transportes (de mercadorias e da força de trabalho), ou da transferência de informações, como a de cartas e telegramas. Justamente, esse ponto é fundamental para este debate, pois, a 3RI é marcada pela revolução nas tecnologias da informação e da comunicação (TICs). Desse modo, é possível perceber que a produção de mercadorias intangíveis, ou “imateriais” não são fruto de um novo fenômeno do capitalismo, pois elas já eram citadas por Marx no século XIX.

Para além disto, quando se observa o aspecto “físico” da mercadoria, mesmo quando estas são intangíveis, como é a questão dos dados e informações, está sendo analisado o *valor de uso* das mercadorias. Esse é outro equívoco de Lazzarato e Negri (2001a, 2001b), e Gorz (1981, 2005), pois, independentemente do processo produtivo resultar em mercadorias tangíveis ou intangíveis, isto não altera a natureza da relação entre o capital e o trabalho, pois, os meios de produção continuam sendo privados, o trabalho segue sendo controlado pelo capital, e a exploração do trabalho permanece como a origem do lucro.

Cabe agora adentrar nas transformações concretas que ocorreram nas relações de trabalho a partir de meados da década de 1970, sendo que no Japão esse processo desenvolveu-se antes, a partir de meados da década de 1950, com o Sistema Toyota de Produção, e denominado de toyotismo, tendo em vista que surgiu em uma fábrica da Toyota, e posteriormente foi “exportado” para outros países.

### **3.4.3 O Sistema Toyota de Produção: a essência das novas relações de trabalho**

A origem da reestruturação flexível é encontrada no processo de reestruturação produtiva pela qual a Toyota passou, tendo seu início na década de 1950. Entretanto, este sistema ganhou maior atenção, inclusive no Japão, a partir da crise econômica da década de 1970, pois, os “gerentes japoneses, acostumados à inflação e às altas taxas de crescimento, se viram subitamente confrontados com crescimento e forçados a lidar com decréscimos de produção” (OHNO, 1997, p. ix).

Essa breve síntese sobre a situação econômica, fornecida por Ohno – o criador do Sistema Toyota de Produção – reflete bem as taxas de crescimento econômico, mas é imprecisa sobre a inflação do período, não apenas do Japão, mas em relação às principais economias do mundo. De acordo com o Banco Mundial

(BANCO MUNDIAL, 2023a), o Japão cresceu aproximadamente 10% ao ano, no período 1961-1969, e algo em torno de 4,28%, entre 1970-1980, sendo que em 1974 a economia diminuiu em 1,2%. Por outro lado, a taxa de inflação aumentou ao longo da década de 1970, e só começou a diminuir a partir de 1980 (BANCO MUNDIAL, 2023b).

Diante disso, percebe-se que o método toyotista nasceu antes mesmo de surgirem os problemas econômicos da década de 1970, entretanto, só ganhou maior interesse a partir de uma conjuntura econômica adversa. O próprio Ohno (1997) aponta que antes da crise do petróleo, o sistema de produção da Toyota não despertava o interesse dos outros empresários, e isto só mudou com a inflexão da conjuntura econômica, “quando o rápido crescimento parou, tornou-se bastante óbvio que uma empresa não poderia ser lucrativa usando o sistema convencional de produção em massa americano”. O objetivo central, de acordo com o fundador do sistema Toyota de Produção, que ficou conhecido como toyotismo, era diminuir os custos (eliminar os desperdícios) e diversificar a produção.

O corte de custos é um imperativo do capital desde o seu nascimento. A indústria automobilística, como outras, aproveita de ganhos de escala, ou seja, diminuição do custo unitário através do aumento da produção. A era de ouro do capitalismo, de 1945 até início da década de 1970, foi marcada por grande crescimento econômico mundial, desse modo, a conjuntura econômica possibilitou que as empresas pudessem reduzir custos por meio da expansão da produção. Entretanto, na visão de Ohno (1997) é necessário que as empresas consigam diminuir os custos de produção mesmo quando ocorre diminuição da demanda, ou seja, encontrar uma forma de cortar os custos sem aumentar a produção. De acordo com Ohno, isso seria alcançado por meio do *just-in-time* e a *autonomação* (automação com um toque humano).

*Just-in-time* significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça esse fluxo integralmente pode chegar ao estoque zero. (OHNO, 1997, p. 26, grifos do autor).

A automação significa que a máquina funciona automaticamente e possui um dispositivo para identificar falhas, sendo que no instante em que ocorrer uma, a própria máquina suspende a produção, evitando a fabricação de dezenas ou

centenas de componentes que seriam descartados. Com isso, poupa-se matéria-prima, e diminui a quantidade de trabalho que é destinada para um produto que não poderá ser vendido, ou seja, um valor que não poderá ser realizado. Para além disso, um mesmo trabalhador pode supervisionar diversas máquinas ao mesmo tempo, só precisando intervir quando ocorrer algum problema (OHNO, 1997).

Esses são considerados os dois pilares do sistema Toyota. O *just-in-time* é uma ideia complexa de organização da produção, pois, para a fabricação de qualquer carro, é necessária uma quantidade gigantesca de componentes e peças. A totalidade do processo produtivo contempla uma profunda divisão de tarefas, em que cada etapa recebe apenas o exato necessário, quando for necessário. Idealmente, ou, no limite, isto resultaria no estoque zero. Certamente isso exige um manejo rápido de uma quantidade muito grande de informações, e a formulação de um processo comunicativo que permita o fluxo de informações fluir harmoniosamente.

A redução de estoques atua em dois sentidos:

- a) torna visível os problemas do processo produtivo que são mascarados pelo excesso de estoque, e a partir disso é possível identificar com mais facilidade aquilo que é passível de melhoramentos, e efetuar os aperfeiçoamentos exigidos;
- b) reduz os custos relacionados à manutenção do estoque, como a utilização de trabalhadores responsáveis pelo manejo do estoque, a deterioração do estoque, caso ele não esteja bem armazenado (ou fique muito tempo sem ser utilizado), a destinação de um espaço físico organizado para colocar o estoque, sendo necessário mobilizar uma parte do capital em instalações apenas para guardá-lo.

O primeiro ponto (a), apresenta uma sutileza que é nodal neste processo, e está relacionada a uma frase que é um mantra para Ohno (1997, p. 34) “a necessidade é a mãe da invenção”.

São inúmeras as possibilidades de problemas ao longo de qualquer processo produtivo, ainda mais na construção de um carro. Quanto menor o estoque, maior a chance de qualquer falha atrapalhar o fluxo da produção. Acerca das possibilidades, é possível mencionar: se não existe estoque, a fabricação de uma peça defeituosa irá atrasar todos os passos subsequentes; o problema com alguma máquina que se faça necessário desligá-la para efetuar o conserto, irá atrasar não apenas a

fabricação daquela peça, mas de todos os componentes que dependam daquela peça. O nível de absenteísmo, tendo em vista que Ohno parece considerar a força de trabalho como uma “matéria-prima”, no sentido de que é preciso ter apenas a quantidade necessária de trabalhadores (o mínimo possível), neste caso, se um ou mais trabalhadores faltarem o trabalho, isto irá significar uma diminuição da produção de uma ou outra etapa, penalizando as fases subsequentes (algo que é amenizado quando existe um certo grau de estoque, e na medida que os trabalhadores são polivalentes).

No Sistema Toyota de Produção, de acordo com Ohno (1997, p. 69-70),

[...] pensamos a economia em termos de redução da força de trabalho e de redução de custos. A relação entre esses dois elementos fica mais clara se consideramos uma política de redução da mão-de-obra com[o] um meio para conseguir a redução de custos, que é a mais crítica das condições para a sobrevivência e o crescimento de uma empresa.

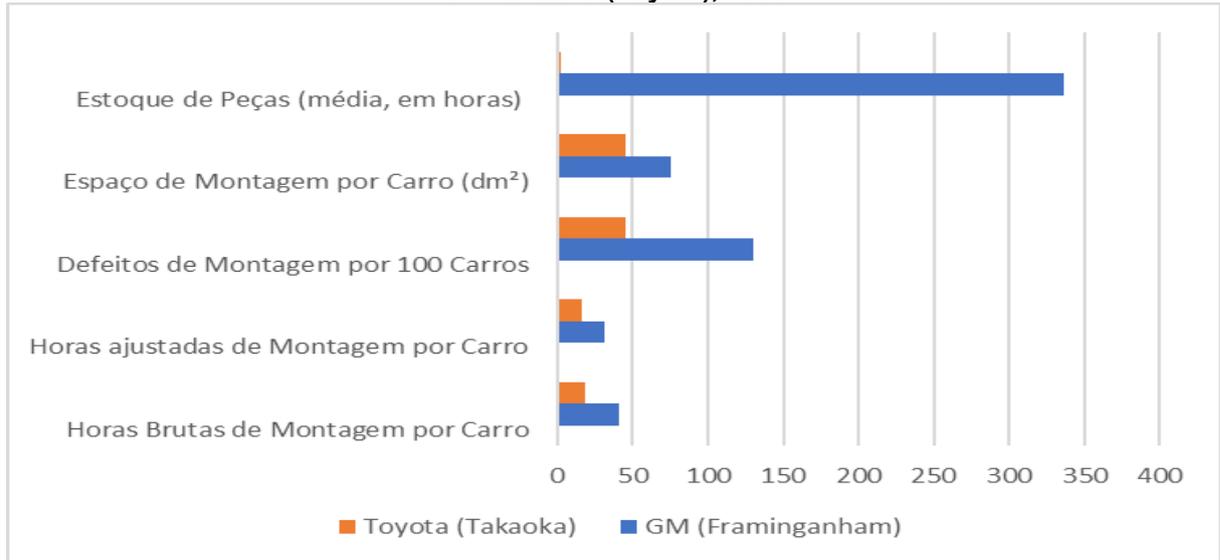
E,

[...] é um método para eliminar integralmente o desperdício e aumentar a produtividade. Na produção, ‘desperdício’ se refere a todos os elementos de produção que só aumentam os custos sem agregar valor – por exemplo, excesso de pessoas, de estoques e de equipamentos. (OHNO, 1997, p. 71).

A implementação do *just-in-time* não é algo simples de ser realizado, pelo contrário, exige inúmeras modificações no processo produtivo que não são fáceis de serem planejadas, nem de colocadas em prática. Para que seja possível concretizar o *just-in-time*, a forma, ou o meio, de organizar o fluxo de informação foi denominado de *kanban*, “é o meio pelo qual o Sistema Toyota de Produção flui suavemente” e “é o meio usado para transmitir informação sobre apanhar ou receber a ordem de produção” (OHNO, 1997, p. 27). No processo de implementação deste Sistema, uma das modificações realizadas na Toyota foi a disposição das máquinas, em linhas paralelas ou em *L*. Interessante notar que isto resultou numa forte resistência dos trabalhadores, algo que “surpreendeu” Ohno, tendo em vista que, de acordo com o autor, isto *não aumentou a quantidade de trabalho, nem as horas trabalhadas*. Entretanto, em seguida, ele afirma que a resistência dos operários estava no fato de que antes um trabalhador era responsável por uma máquina, enquanto com este novo método, um mesmo operário teria que supervisionar diversas máquinas. Em outras palavras, isso significa um aumento da quantidade de trabalho, pois exige mais atenção do trabalhador e um maior dispêndio de energia.

De acordo com os dados obtidos por Womack, Jones e Ross (2004, p. 69), retirados da *Pesquisa Mundial das Montadoras do IMVP*, sintetizados na figura 1, é perceptível o aumento da produtividade e da eficiência no processo produtivo, através da aplicação do método toyotista, em comparação com o fordismo.

**Figura 1 – Planta da General Motor em Framingham (Massachusetts) versus Planta da Toyota em Takaoka (Toyota), 1986**



Fonte: Elaboração própria a partir de Womack, Jones e Roos (2004, p. 69).

O número de peças no estoque é exponencialmente menor na fábrica da Toyota, sendo que o estoque é suficiente apenas para 2 horas, em média, enquanto na fábrica da GM, é de 2 semanas; o espaço necessário para a fabricação de 1 veículo por ano é de 0,75m<sup>2</sup> na montadora americana, e 0,45m<sup>2</sup> na japonesa. A quantidade de defeitos a cada 100 carros é 45 na Toyota, e 130 na outra, enquanto o tempo de produção ajustado – que leva em consideração as especificidades de cada peça e carro – é de 31 horas na GM, e 16 na Toyota. É nítido a economia com o capital fixo e circulante, por causa da a) redução do espaço, ou seja, economia com as instalações para a fabricação dos carros; b) da menor quantidade de peças estocadas; c) o menor grau de desperdício de matéria-prima, pois o número de defeitos é consideravelmente inferior na Toyota.

Alguns autores, como Sugimori *et al.* (1977)<sup>26</sup> e Piore e Sabel (1986)<sup>27</sup>, citados por Tomaney (2003), ao analisarem as transformações que estão ocorrendo

<sup>26</sup> Sugimori Y. *et al.* Toyota production system and Kanban system: materialization of just-in-time and respect for human system. **International Journal for Production Research**, United Kingdom, v. 15, n. 6, p.553-64, 1977.

na organização da produção, buscaram salientar os aspectos positivos da *produção flexível* para os trabalhadores. Por exemplo, de acordo com eles, o aumento do engajamento dos trabalhadores e o advento do computador permitiram um maior controle da produção pelos operários, com participação ativa destes na coordenação do processo produtivo, possibilitando o desenvolvimento de suas capacidades. Seria o movimento contrário do que o taylorismo e o fordismo realizaram, ao invés de um trabalhador executar um número muito limitado de movimentos de forma repetitiva, o operário da produção flexível é polivalente, realiza diversas atividades e participa ativamente das decisões e dos melhoramentos no ambiente de trabalho.

Entretanto, será que a mudança que está exigindo maior participação dos trabalhadores – e deve-se ressaltar que isto é uma exigência, pois o processo de organização da produção pelo *just-in-time* é mais complexo, requisitando não apenas dos músculos dos trabalhadores, mas dos seus pensamentos – está realmente significando um maior poder por parte dos operários sobre a produção? Será que o aumento da participação dos trabalhadores é convertido no maior controle da produção por parte destes? De acordo com Tomaney (2003), ocorreu o contrário: as modificações verificadas, inclusive com o uso de novas tecnologias, como computador, estão facilitando e aprimorando o controle do trabalho pelo capital. O que está em andamento é a maior participação e engajamento dos trabalhadores com a utilização de novas habilidades, mas desde que isto esteja restrito aos critérios da eficiência e da produtividade. Um dos problemas da tese de Sugimori *et al.* (1977), e de Piore e Sabel (1986), é a negligência da intensificação do trabalho e “dada a natureza limitada dessas mudanças, existem evidências importantes que sugerem que a preocupação das gerências com a qualificação é principalmente uma tentativa de intensificar os processos de trabalho”<sup>28</sup> (TOMANEY, 2003, p. 163-164, tradução nossa).

Ohno não aprofunda em sua análise sobre o Sistema Toyota de Produção a disputa entre os trabalhadores e a gerência, nem cita que a Toyota realizou uma demissão em massa em meados de 1950, demitindo em torno de 1.600 trabalhadores, como uma forma de penalizar aqueles que resistiram à implementação do toyotismo e, claro, para reduzir custos. Também não aborda a

---

<sup>27</sup> Piore M.; Sabel C. **The Second Industrial Divide**. New York: Basic Books, 1984.

<sup>28</sup> No original, “Given the limited nature of these changes, important evidence exists to suggest that managements' concern with enskilling is mainly an attempt to intensify work processes”.

transformação do sindicato que representava os trabalhadores da empresa, o qual era “um dos mais combativos no período imediatamente posterior à guerra”, mas que passa a ser um sindicato interno a partir de 1953, dessa forma, “o movimento sindical histórico deste setor foi, no essencial, destruído. Em seu lugar, um sindicato de empresa, dito ‘corporativista’, se afirma e se torna o interlocutor exclusivo da direção”. Como sindicato corporativista, compreende-se que este passou a submeter os interesses dos trabalhadores ao da empresa, isso pode ser visto no novo lema do sindicato, “proteger a nossa empresa para defender a vida”, e ele torna-se um prolongamento da própria empresa para gerir as contradições entre o trabalho e o capital, em favor do último (CORIAT, 1994, p. 45-46).

Para a concretização do Sistema Toyota de Produção, é importante a transformação dos trabalhadores que executam apenas uma função em multifuncionais (OHNO, 1997, p. 34),

Consequentemente, a transição do operador unifuncional para o multifuncional ocorreu relativamente sem problemas, embora tenha havido uma resistência inicial por parte dos artífices. Isso não significa, entretanto, que os sindicatos japoneses sejam mais fracos que os seus equivalentes e europeus. Muito da diferença está na história e na cultura.

Antunes (2006, p. 33-34) também destaca a cooptação dos sindicatos e, de acordo com os dados de Gounet (1991)<sup>29</sup> apud Antunes (2006, p. 36), ocorre um aumento das horas trabalhadas, o trabalhador “da Toyota trabalha aproximadamente 2.300 horas, em média, por ano, enquanto, na Bélgica (Ford-Genk, General Motors-Anvers, Volkswagen-Forest, Renault-Vilvorde e Volvo-Gand), trabalha entre 1.550 e 1.650 horas por ano”.

Kenney e Florida (1988, p. 136), argumentam que o aumento da produtividade do *just-in-time* não reside na elevação da exploração (ou superexploração) dos trabalhadores, mas na utilização de máquinas e equipamento mais eficientes, com aumento do grau de utilização destes, com a diminuição dos problemas de produção que resultem em mercadorias defeituosas (controle de qualidade), portanto, eliminação (ou quase) de retrabalho. Isso permite o “aumento do valor extraído” da produção, tendo em vista a diminuição da quantidade de

---

<sup>29</sup> GOUNET, T. Lutttes concurrentielles et strategies D’accumulation dans l’industrie automobile. **Estudes Marxistes**, Bélgica, n. 10, 1991.

material consumido por unidade de produto fabricado, e na aceleração do tempo de rotação do capital, tornando o processo, como um todo, mais eficiente.

Entretanto, como está sendo argumentado, o toyotismo é um método de intensificação do trabalho, portanto, da condensação de mais trabalho em um mesmo período. De acordo com Tomaney (2003, p. 169, tradução nossa),

Esse é um argumento interessante, mas que não aborda o ponto principal dos críticos de que exatamente a busca por essas economias de tempo no processo de produção tem como premissa e contribui para um uso mais intensivo da mão de obra. A busca pela produção sem estoque baseia-se na eliminação de todos os movimentos desnecessários na execução do trabalho. A redução contínua do tamanho dos lotes permite um controle mais rígido do processo de produção e da alocação do trabalho, maior utilização da mão de obra residual e maior padronização das tarefas de trabalho, juntamente com a expectativa de que os trabalhadores assumam uma gama maior dessas tarefas<sup>30</sup>.

Em suma, o Sistema Toyota de Produção, que possui diversas denominações, como toyotismo, ohnismo, reestruturação flexível e pós-fordismo, na percepção deste trabalho, significa um processo de transformação nas relações de trabalho, com diferenças significativas em relação à forma que o capital organizava o trabalho no taylorismo e no fordismo. Ao mesmo tempo, o próprio processo produtivo foi transformado, por isso, é necessária uma nova forma de alocar o trabalho. Essa nova forma de organização da produção intensificou a jornada de trabalho, por meio do aumento de tarefas que um mesmo trabalhador executa, e se apropriou do que alguns autores denominam de “subjetividade do trabalhador” que, na prática, diz respeito ao maior engajamento destes, com inserção ativa na produção, em busca de falhas e problemas, ou seja, não devem apenas restringir seu trabalho à execução de tarefas, mas refletir sobre elas com o intuito de eliminar os desperdícios existentes, ou de uma combinação mais eficiente da força de trabalho. O fordismo, de acordo com Gramsci (2017, p. 291), mecanizou “completamente apenas o gesto físico; a memória do ofício, reduzido a gestos simples repetidos com ritmo intenso, ‘aninhou-se’ nos feixes musculares e nervosos e deixou o cérebro livre e

---

<sup>30</sup> No original, “This is a neat argument but one which fails to address the main point of critics that the search for precisely these time economies in the production process is premised upon and contributes to a more intensive use of labour. The pursuit of stockless production is based upon the elimination of all wasteful motions in the performance of work. The continued reduction of batch sizes allows tighter control of the production process and work allocation, greater utilization of residual labour and further standardization of job tasks, coupled with an expectation that workers will assume a greater range of these tasks.”.

desimpedido para outras ocupações”. O toyotismo, por outro lado, também se apropriou do cérebro e dos pensamentos através do maior engajamento dos trabalhadores.

Mas a verdadeira novidade, 'revolucionária' está ainda em outro lugar: é que o conhecimento, separado de todo produto no qual esteve ou está incorporado, pode exercer em si mesmo, e por si mesmo, uma ação produtiva na forma de programas de computador. Ele pode organizar e gerir as interações complexas entre um grande número de atores e de variáveis; pode conceber e conduzir as máquinas, as instalações e os sistemas de produção flexíveis; ou seja, desempenhar o papel de um capital fixo, substituindo o trabalho vivo, material ou imaterial, por trabalho acumulado. (GORZ, 1982, 37).

Esse processo é permeado pela utilização de novas tecnologias, em especial o computador que, ao contrário do que alguns autores afirmaram ser a libertação dos trabalhadores, permite, na prática, maior coordenação e controle das etapas do processo produtivo pelo capital. Como Gorz reconhece, a utilização das novas tecnologias é utilizada para aumentar o controle sobre o trabalho,

#### **3.4.4 A ampliação do Sistema Toyota de Produção: a crise e a reestruturação flexível**

A reestruturação produtiva que marcou o mundo a partir de meados da década de 1970, ficou conhecida como *reestruturação flexível*<sup>31</sup>. Esse conceito foi escolhido tendo em vista que o diagnóstico dos problemas que o capitalismo estava enfrentando naquela época derivavam de uma certa *rigidez* assentada na produção em massa, dessa forma, o planejamento das empresas tinha como pressuposto a continuidade do crescimento econômico por tempo indefinido e, a partir disto, era organizado o fluxo da produção, bem como os investimentos em capital fixo.

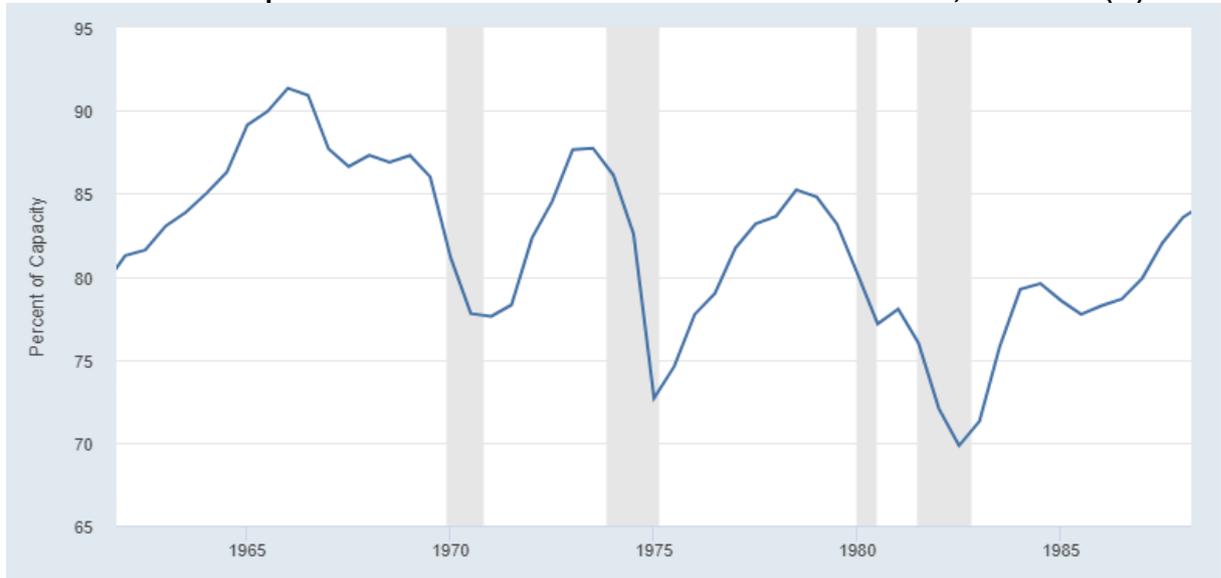
No momento de crise econômica o capital apresenta dificuldades na manutenção do seu ciclo de reprodução. Qualquer investimento realizado em capital fixo apresenta um certo grau de rigidez e, nos momentos de descenso econômico, este não pode ser rapidamente vendido, nem desfeito sem realizar perdas, pois, existe um excesso de capacidade instalada (excesso de capital) que não está sendo aproveitada (de modo geral), portanto, a taxa de utilização do capital fixo cai, aumenta a capacidade ociosa e ocorre a depreciação do capital (BULLOCK; YAFFE,

---

<sup>31</sup> O conceito de reestruturação flexível é discutido nas páginas seguintes.

1975). Como pode ser visto no gráfico 3, nos momentos de recessão ou crise econômica, ocorre uma queda acentuada da capacidade utilizada.

**Gráfico 3 – Capacidade utilizada na manufatura dos Estados Unidos, 1962-1988 (%)**



Fonte: Fred (2023).

A crise no capitalismo está assentada na queda da taxa de lucro que, implica em um menor grau de acumulação, na diminuição do mais-valor apropriado e, portanto, capitalizado. Isto afeta diretamente o consumo produtivo dos capitalistas, como o investimento em capital fixo e circulante, e prejudica a reprodução em escala ampliada do capital, ou seja, a acumulação dos capitalistas de modo geral; por último, ocorre um aumento do desemprego.

Enquanto a taxa de valorização do capital total, taxa de lucro, é o aguilhão da produção capitalista (assim como a valorização do capital é seu único objetivo), sua queda torna mais lenta a formação de novos capitais independentes e, assim, aparece como ameaça ao desenvolvimento do processo de produção capitalista; tal queda promove a superprodução, a especulação, as crises e o capital supérfluo, além da população supérflua. (MARX, 2021, p. 281-282).

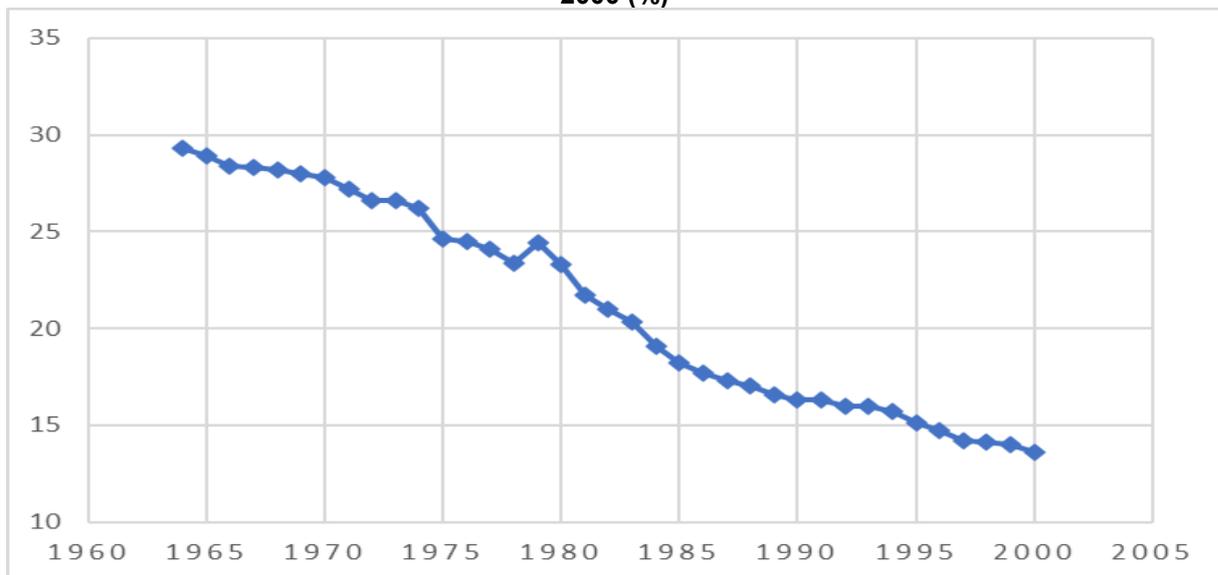
Em termos genéricos, foi isso que ocorreu na crise que as principais economias do mundo enfrentaram na década de 1970/80. Existem algumas especificidades, como o aumento do preço do petróleo (1973 e 1979) que afetou diretamente os custos de produção. Por isso Harvey (2008, p. 131) afirma que as incertezas derivadas da crise da década de 1970, dos limites daquilo que ele chama de acumulação fordista, representaram a passagem para um novo regime de

acumulação, denominado de *acumulação flexível*, o qual está alicerçado na flexibilização da produção, do mercado de trabalho, dos produtos e do consumo.

A crise econômica serviu de catalisador das mudanças. A queda da taxa de lucro acentuou o processo de competição, impelindo maior grau de racionalização na utilização dos recursos e, como destaca Thompson (1983, p. 109), impulsionou a busca de novas tecnologias para reestruturar as relações de trabalho em escala internacional. Como apontou Ohno (1997), foi a partir deste momento que o seu Sistema ganhou maior atenção dos agentes econômicos, nacional e internacionalmente.

A flexibilização dos processos de trabalho está relacionada à flexibilização do mercado de trabalho, pois, como foi demonstrado, para transformar o trabalhador uni-funcional em multifuncional foi necessário quebrar a estrutura do sindicato que representava os trabalhadores da Toyota, e isso também é visualizado em diversos outros países, uma disputa das empresas (e do Estado) contra os sindicatos, pela reestruturação flexível que está em andamento nas décadas de 1970 e 1980. O Gráfico 4 demonstra a queda da taxa de sindicalizados dos trabalhadores não agrícolas nos Estados Unidos.

**Gráfico 4 – Taxa de sindicalização dos trabalhadores não agrícolas nos Estados Unidos, 1964-2000 (%)**

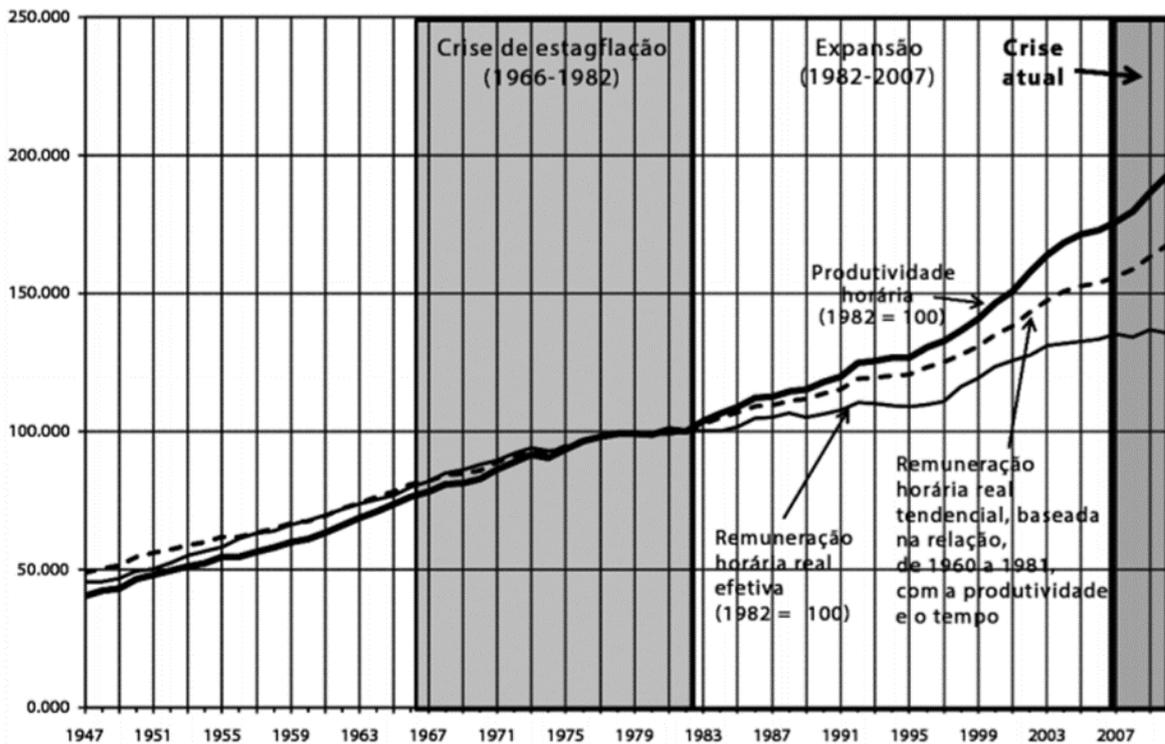


Fonte: Hirsch; Macpherson; Vroman (2001).  
Elaboração própria.

Junto ao movimento de queda da taxa de sindicalização ocorre a mudança no padrão salarial que marcou o período pós 1945 – quando os ganhos de

produtividade eram acompanhados de aumentos reais dos salários. Olhando o exemplo dos Estados Unidos, é possível perceber que a partir de 1983, como consta no Gráfico 5, os salários reais descolaram dos ganhos de produtividade.

**Gráfico 5 – Salários reais hora e produtividade, setor empresarial dos EUA, 1947-2010 (1982=100)**



Fonte: Shaikh (2018, p. 62).

Cooper e Mishel (2015, p. 2) também chegaram a uma conclusão semelhante ao analisarem os trabalhadores que não possuem cargos de gerência do setor privado norte-americano (abrange 80% da força de trabalho do país), e constaram um cenário mais adverso para os trabalhadores: entre 1948-1973 a produtividade cresceu 96,7%, e o salário real por hora trabalhada, 91,3%; enquanto para o período entre 1973-2013, a produtividade aumentou 74,4%, a remuneração real por hora de trabalho evoluiu apenas 9,2%.

O intuito não é afirmar que a diminuição das sindicalizações é o único fator que causou o descolamento entre crescimento da produtividade e o aumento dos salários reais, entretanto, isto implica um menor grau de organização dos trabalhadores e afeta a capacidade de reivindicação da classe trabalhadora daquele país. Tanto o descolamento dos salários, como a diminuição da taxa de sindicalizados, estão relacionados com as mudanças imprimidas pela reestruturação

produtiva, ou seja, da relação entre as empresas e os trabalhadores, e da relação entre o Estado e os sindicatos. Harvey (2011, p. 34) relembra um momento que foi decisivo para a história recente da luta de classes nos Estados Unidos, quando os trabalhadores do sindicato dos controladores de voo (PATCO) daquele país foram derrotados pelo governo Reagan, em uma longa greve no ano de 1981. De acordo com Shostak (2006, p. 224), mais de 12 mil trabalhadores foram demitidos nesta greve.

Um acontecimento semelhante ocorreu na Inglaterra, com a greve de mineiros no ano de 1984. Esta foi organizada para contrapor uma série de medidas anunciadas pelo governo de Margaret Thatcher, acerca da reestruturação do trabalho e do fechamento de minas de carvão. Após quase um ano, a greve foi derrotada sem alcançar os objetivos almejados pelo movimento. Uma série de sindicatos tiveram seus poderes solapados. “Quando Thatcher deixou o governo, a atividade de greve caíra para um décimo de seu nível anterior. Ela erradicara a inflação, controlara o poder sindical, dominara a força de trabalho” (HARVEY, 2011, p. 69).

Interessante notar que essas derrotas do movimento dos trabalhadores não derivam apenas das modificações nas relações de trabalho, com maior controle do capital sobre o processo produtivo, mas ocorreram em uma conjuntura econômica de desemprego elevado, com novas políticas econômicas sendo implementadas pelo Estado, que diferem daquelas que marcaram a época de ouro do capitalismo. De acordo com Alan Budd, um economista que foi conselheiro de Margaret Thatcher, em entrevista concedida para o documentário Pandora’s Box (1992, tradução nossa), ele admite que as políticas econômicas implementadas pelo governo da Thatcher resultaram, na prática, na diminuição da força da classe trabalhadora inglesa.

[...] pode ter havido pessoas tomando as decisões políticas reais que não acreditaram nem por um momento que essa [aumento dos juros] era a maneira correta de reduzir a inflação. No entanto, elas viram que essa seria uma maneira muito, muito boa de aumentar o desemprego, e aumentar o desemprego era uma maneira extremamente desejável de reduzir a força das classes trabalhadoras – se você preferir. Em termos marxistas, foi engendrado uma crise do capitalismo que recriou um exército de reserva de

trabalhadores e permitiu que os capitalistas obtivessem altos lucros desde então<sup>32</sup>.

É um fato de que o desemprego aumentou consideravelmente a partir da década de 1970. Nos Estados Unidos, este era de aproximadamente 6% em 1971, chegou aos 9% em 1975 e atingiu 10,8% em 1982<sup>33</sup>. Enquanto na Inglaterra, o desemprego saltou de 4% em novembro de 1971, para 11,9% em maio de 1984, sendo que este permaneceu maior que 10% entre o período de 10/1981 e 10/1987<sup>34</sup>.

A flexibilização do trabalho impacta diretamente as modalidades de contratos de trabalho, a flexibilização do horário de trabalho e a flexibilização da remuneração salarial. Vasapollo (2005) aponta que o trabalho não está desaparecendo, mas foi modificado de acordo com as regras da nova sociedade que ele denomina de “pós-fordista”. Dessa forma, a flexibilização do trabalho abrange:

- a) maior poder para a empresa determinar a jornada de trabalho de acordo com o ritmo econômico. Em momentos de expansão da demanda, cresce a jornada de trabalho, por meio do aumento das horas-extras; ou o contrário, quando a economia está em recessão as empresas instauram férias coletivas, redução da jornada de trabalho com redução salarial e banco de horas;
- b) estabelecimento do salário-base de acordo com o mínimo, e instauração da participação nos lucros e resultados (PLR), atrelando as variações salariais à conjuntura econômica;
- c) contratos que possuem jornada de trabalho reduzida, por exemplo, 4 ou 6 horas diárias; expansão dos contratos por tempo determinado; surgimento dos contratos “zero-hora”, ou intermitente, em que o trabalhador fica à disposição do empregador, e trabalha apenas quando é demandado; terceirização.

---

<sup>32</sup> No original, “[...] that there may have been people making the actual policy decisions ... who never believed for a moment that this was the correct way to bring down inflation. They did, however, see that it would be a very, very good way to raise unemployment, and raising unemployment was an extremely desirable way of reducing the strength of the working classes – if you like. That what was engineered there, in Marxist terms, was a crisis of capitalism which recreated a reserve army of labour and has allowed the capitalists to make high profits ever since”.

<sup>33</sup> Disponível em: <https://data.bls.gov/pdq/SurveyOutputServlet>. Acesso em 4 de agosto de 2023.

<sup>34</sup> Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/279898/unemployment-rate-in-the-united-kingdom-uk/#:~:text=The%20unemployment%20rate%20of%20the,the%20highest%20since%20August%20016>. Acesso em 05 de junho de 2023.

O prolongamento da jornada de trabalho a partir de 1974 é materializado de diversas formas, por meio de medidas para combater o absenteísmo (medidas disciplinares, descontos salariais, bônus para quem não falta etc.), aumento generalizado das horas-extras, elevação da intensidade do trabalho, bem como o encurtamento das pausas. Mudanças na determinação do início e final da jornada de trabalho, eliminação de feriados, crescimento do trabalho aos sábados e domingos, expansão das empresas “submersas”, em que a jornada de trabalho geralmente extrapola o limite legal, e a contratação da força de trabalho “não branca”, que se encontra em uma situação de maior vulnerabilidade na relação entre empregado e empregador (BASSO, 2018, p. 95-99). A Tabela 2 apresenta as variações na jornada semanal média, entre 1975 e 1987, na indústria manufatureira das principais economias do mundo.

**Tabela 2 – Jornada semanal média na indústria manufatureira (1975 e 1987)**

	1975	1987	Variação (%)
Estados Unidos	39,5	41	3,5
Grã-Bretanha	43,6	43,5	-0,2
Japão*	167,8	178,2**	7
Alemanha	40,4	40,1	-0,8
França	41,7	38,7	-7,5
Itália***	7,68	7,77 <sup>1</sup>	1,3

Fonte: Liesner (1989)<sup>35</sup> apud Basso (2018, p. 96).

Notas: \*Dados mensais. \*\* 1986. \*\*\* Dados diários. <sup>1</sup> 1984 último ano considerado.

A partir da Tabela 2, é perceptível uma heterogeneidade na variação da jornada de trabalho nas principais economias do mundo. Enquanto houve um aumento significativo da jornada no Japão e nos Estados Unidos, na França é verificada uma redução considerável. Nos outros países, ocorreu uma pequena variação, de até 1,2%, como foi o caso da Itália, não sendo possível perceber um movimento significativo da jornada de trabalho. Cabe salientar, como foi discutido, diversos outros fatores levaram a intensificação da jornada de trabalho, por meio do aumento de trabalho realizado em um mesmo período de tempo (por exemplo, um mesmo trabalhador observar um maior número de máquinas, o maior engajamento dos trabalhadores etc.), bem como a ampliação do poder econômico e político dos empresários, tanto no chão de fábrica, como por meio das políticas econômicas

<sup>35</sup> LIESNER, T. **One hundred years of economic statistics**. London: The Economist Publications, 1989.

realizadas pelo Estado que aumentaram o desemprego e comprometeram o grau de mobilização dos trabalhadores.

Ademais, depois de terem feito, entre o final dos anos 1960 e o início dos anos 1970, algumas concessões ao movimento de luta dos assalariados, a partir da crise de 1974, as empresas se dedicaram a correr atrás do que tinham cedido com ... 'juros compostos', por meio da compressão dos salários e do prolongamento *de facto* e da reorganização das jornadas. Tanto o reaganismo (na política econômica) quanto o toyotismo (no âmbito da organização empresarial) não fizeram nada além de expressar – e ao mesmo tempo agravar – as contradições entre elevação da produtividade e da intensidade do trabalho e a resistência capitalista em reduzir as jornadas de trabalho. (BASSO, 2018, p. 103-104, grifos do autor).

Por isso, o movimento que está ocorrendo é uma síntese de diversos elementos, contemplando: mudanças tecnológicas (3RI), transformações na organização da produção e do trabalho (toyotismo), e alterações na superestrutura política dos países, percebida na modulação neoliberal das políticas econômicas. Esse conjunto de fatores contribuiu consideravelmente para a intensificação do trabalho, através da generalização das doutrinas de Ohno, por meio do Sistema Toyota de Produção que busca obsessivamente a eliminação dos “desperdícios”, e da flexibilização do trabalho, com diversos aspectos negativos para os trabalhadores. As novas forças produtivas, com destaque para o computador e o Controle Numérico – que tornou capaz o controle sobre máquinas através de comandos alfa-numéricos –, possibilitaram um maior controle do fluxo de informações por parte dos donos dos meios de produção, automatização de mais máquinas e equipamentos, contribuindo para colocar uma parte significativa da força de trabalho em uma posição de maior subserviência. Por último, a crise da década de 1970 serviu de elemento catalisador para a implementação de novas formas de organização da produção, com suas raízes no toyotismo, e utilização de forças produtivas mais modernas, enquanto por parte do Estado, é observado uma alteração nas políticas econômicas que contribuíram para o enfraquecimento da classe trabalhadora.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

A categoria trabalho ocupa um espaço importante dentro da teoria marxiana e para este trabalho. É um instrumento de análise que permite adentrar nas sutilezas

que permearam as revoluções industriais, com o intuito de evitar uma compreensão baseada no determinismo tecnológico. Com esse objetivo, foi discutido o desenvolvimento da 1RI, 2RI e 3RI, e demonstrado que a ideia de revolução industrial abarca tanto a transformação tecnológica, como modificações nas relações sociais de produção, ou seja, nas relações de trabalho.

A 1RI foi marcada pela passagem da produção domiciliar para a produção fabril e, na mecanização – principalmente – do setor têxtil. Essa mudança do local de produção está relacionada ao surgimento do capitalista industrial que busca reduzir os custos de produção, por um lado, através da combinação de máquinas, equipamentos e ferramentas mais eficientes, e, por outro lado, através do controle sobre o trabalho, marcado pela supervisão e disciplina militar. Isso está relacionado à passagem da subsunção formal para a subsunção real do trabalho ao capital. Apesar do sistema fabril estar em expansão, Hobsbawm (2005, p. 63) destaca que ainda na década de 1830, tanto a indústria, como a fábrica, no sentido moderno, estava praticamente restritas ao setor têxtil do Reino Unido.

As limitações legais acerca da jornada de trabalho eram escassas, por isso, percebe-se uma grande variabilidade nos relatos acerca da extensão das jornadas daquele período. Basso (2018, p. 181) constata um considerável aumento na jornada de trabalho ao comparar o tamanho desta para o período 1400-1600, em relação ao ano de 1840. Marx (2013) também afirma que os estatutos ingleses do século XVI ao XVIII prolongaram a jornada de forma compulsória. Por outro lado, Hopkins (1982) defende que não houve aumento do tempo de trabalho nas regiões mais industrializadas do país ao longo da 1RI, entretanto, o mesmo reconhece que o setor têxtil foi uma exceção, tendo em vista o prolongamento da mesma no início do século XIX.

De acordo com estes autores, ocorreu, de fato, um prolongamento da jornada de trabalho e, ao mesmo tempo, esta foi intensificada, tendo em vista o maior controle do capital sobre o trabalho dentro da fábrica. Em relação à 2RI, sucede um movimento marcante na redução da jornada, a partir de meados da década de 1850, com a redução na Inglaterra de 12 para 11 horas, e depois, para 10 horas. Nos Estados Unidos, em 1919, a jornada é reduzida de 10,5 para 8 horas diárias (por seis dias), abrangendo apenas parte da classe trabalhadora daquele país. Após a II Guerra Mundial, ocorre a redução da jornada para cinco dias neste país, e na Itália; enquanto na Alemanha, é instaurada a jornada de 35 horas (BASSO, 2018).

Por outro lado, foi discutido o aprofundamento do controle do trabalho pelo capital, por meio do desenvolvimento do taylorismo e do fordismo – que estão relacionados à utilização das máquinas, e equipamentos de forma mais “racional”, através da eletricidade nas fábricas. Ambos objetivaram limitar os movimentos executados pelos trabalhadores em suas tarefas ao mínimo necessário, e diminuir os poros da jornada de trabalho, ou seja, intensificando a mesma. Ford parece ter realizado um controle mais efetivo do que Taylor, com a utilização de máquinas e equipamentos que auxiliavam a gerência da fábrica no controle do ritmo do trabalho. Este movimento tem seu início com a passagem da produção domiciliar para a fabril, entretanto, ganha maior universalidade e profundidade ao longo da 2RI. Dessa forma, ao mesmo tempo que a jornada de trabalho está sendo diminuída, a intensidade do trabalho está aumentando neste período.

Com o surgimento da 3RI, principalmente, por meio do advento do computador moderno e do Controle Numérico, Rifkin (1995, p. 66-67) aponta que estes catalisaram um processo que já estava em andamento: a reestruturação produtiva com a ampliação do grau de automação. Como foi discutido, a reestruturação produtiva está alicerçada nos fundamentos do Sistema Toyota de Produção, o *just-in-time* e a *autonomia*. Essa nova forma de organizar a produção e alocar o trabalho representou uma mudança que alcançou a “subjetividade” do trabalhador, ou seja, reivindicou a capacidade de pensar do trabalhador com o intuito de incorporar melhorias no processo produtivo, bem como transformou o trabalhador uni-funcional, em multifuncional. De acordo com Tomaney (2003, p. 164), esse processo de qualificação do trabalhador “é principalmente uma tentativa de intensificar os processos de trabalho”; conforme apontando anteriormente, o Toyotismo apropriou-se do cérebro e dos pensamentos dos trabalhadores.

Acerca da extensão da jornada de trabalho, observando as principais economias do mundo, no período de 1975-1987, é possível verificar um aumento das horas trabalhadas em alguns países, por exemplo, 3,5% nos Estados Unidos, e 7% no Japão, enquanto na França, ocorreu uma queda de 7,5%. Na Grã-Bretanha, Alemanha e Itália, ocorreu uma pequena variação: redução de 0,2% na primeira, e de 0,8% na segunda, enquanto na Itália foi verificado um crescimento de 1,3%. Com exceção da França, a jornada de trabalho sofreu um movimento de inflexão, pois, apresentou uma considerável redução na 2RI até a década de 1950, esboçando, em alguns países, uma possibilidade de voltar a crescer, algo que está de acordo com a

lógica de operação do toyotismo e da reestruturação flexível, de ampliar as horas-extras, principalmente nos momentos de aquecimento da economia e crescimento da demanda. Ao mesmo tempo, ocorreu uma quebra na relação verificada entre o aumento da produtividade e o crescimento dos salários reais, a partir de meados da década de 1980, com enfraquecimento do movimento sindical.

Portanto, após analisar as 3 Revoluções Industriais, a forma de funcionamento do sistema capitalista não foi alterada na sua essência. Marx e Engels (2005, p. 43) afirmaram que o capitalismo “não pode existir sem revolucionar incessantemente os instrumentos de produção, por conseguinte, as relações de produção e, com isso, todas as relações sociais”. As Revoluções Industriais são processos que suscitaram profundas transformações neste modo de produção, entretanto, elas permanecem subsumidas à lógica do capital, tendo em vista que são transformações dentro do próprio sistema capitalista, e não representam uma ruptura com este.

Como essência, compreende-se o que foi abordado no Capítulo 2, acerca do processo de acumulação de capital, o mais-valor absoluto e mais-valor relativo, e o impacto da maquinaria sobre as relações de trabalho. O objetivo do capital é a apropriação do mais-valor e sua capitalização no processo produtivo. O desenvolvimento das forças produtivas – neste modo de produção – almeja aumentar o tempo de trabalho excedente, seja pelo aumento da jornada de trabalho e pela intensificação desta (mais-valor absoluto), ou pela implementação de máquinas e equipamentos mais produtivos que proporcionam uma diminuição do tempo de trabalho necessário (mais-valor relativo).

Diferente da sugestão contida no título da obra Landes (2005), *Prometeu Desacorrentado*, que enxerga nas Revoluções Industriais, através do desenvolvimento tecnológico, a libertação dos seres humanos em relação ao trabalho (o roubo da chama dos Deuses por Prometeu), o mais adequado é fazer uma alusão destas Revoluções à obra de Mary Shelley [1818], *Frankenstein ou o Prometeu Moderno*. Nesta obra, o cientista Victor Frankenstein busca – através da ciência – dar vida para matéria inanimada com a utilização da energia elétrica. Entretanto, daquilo que era para ser uma criação divina, surgiu um monstro que se voltou contra o próprio criador.

A noção de determinismo tecnológico dominou a compreensão popular da revolução industrial. Presume-se que as mudanças na tecnologia tenham sido a principal causa da industrialização, e todo o processo é visto puramente como uma revolução tecnológica. No entanto, novas invenções, novos processos e novas aplicações de descobertas científicas não ditam, por si só, mudanças na produção. A menos que sejam acompanhadas por mudanças nas relações sociais, especialmente na organização do trabalho, as mudanças tecnológicas tendem a ser absorvidas pelas estruturas sociais existentes; longe de revolucionar a sociedade, elas apenas reforçam a distribuição existente de poder e privilégio<sup>36</sup>. (NOBEL, 1977, p. xi, tradução nossa).

Em suma, sob a lógica do capital, o desenvolvimento tecnológico, com a produção de máquinas e equipamentos, resultado da objetivação do trabalho acumulado desta sociedade, é utilizado não para reduzir o peso do trabalho e a jornada de trabalho, mas para aumentar a exploração dos trabalhadores, o controle sobre a produção, intensificar o trabalho e elevar o lucro dos proprietários dos meios de produção. Isso não foi alterado por nenhuma das 3 Revoluções Industriais analisadas.

---

<sup>36</sup> No original, “The notion of technological determinism has dominated popular understanding of the industrial revolution. Changes in technology are assumed to have been the principal cause of industrialization, and the whole process is seen purely as a technological revolution. Yet new inventions, new processes, and new applications of scientific discoveries do not in themselves dictate changes in production. Unless accompanied by changes in social relations, especially in the organization of labor, technological changes tend to be absorbed into existing social structures; far from revolutionizing society, they merely reinforce the existing distribution of power and privilege.”.

#### 4 INDÚSTRIA 4.0 E AS RELAÇÕES DE TRABALHO: TUDO NOVO, DE NOVO?

A Indústria 4.0, ou 4ª Revolução Industrial (4RI), são os termos utilizados para denominar atual estágio de desenvolvimento das forças produtivas. O termo *4ª Revolução Industrial* foi usado pela primeira vez em 2011, no artigo *Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4 industriellen Revolution*<sup>1</sup>, por Henning Kagermann, Wolf-Dieter Lukas, e Wolfgang Wahlster. Neste pequeno artigo, de apenas duas páginas, publicado três anos após a crise de 2008, Kagermann, Lukas e Wahlster (2011) apontam que a Alemanha enfrentou melhor a crise financeira em comparação com os outros países, devido a resiliência do seu setor produtivo que apresentava um alto grau de inovação, defendendo que para o país permanesse competitivo globalmente, tendo em vista ser uma região com altos salários, era imprescindível que as empresas, o governo e os cientistas se preparassem para a 4ª Revolução Industrial, impulsionada pela internet e pela Internet das Coisas (*IoT*).

O aperfeiçoamento digital da produção e das instalações, com maior integração no armazenamento de dados e da capacidade de comunicação, são os elementos que fornecem a infraestrutura para a construção de uma ponte entre o real e o virtual; esse imbricamento entre os dois mundos é denominado de Sistemas de Produção Ciber-Físicos (SPCF). No processo de transformação, é aumentado o grau de automação em relação à 3RI, com a inclusão de tecnologias que tornam o monitoramento da produção mais “inteligente”, com tomadas de decisões “autônomas”, realizadas sem a intervenção humana.

Com isso, Kagermann, Lukas e Wahlster (2011) argumentam que o produto assume uma função ativa *pela primeira vez*, no sentido de que o próprio produto que está sendo criado controla o processo produtivo, através da utilização de sensores que identificam casos de mau funcionamento e acionam automaticamente contramedidas. Dessa forma, o produto vira objeto e personagem do processo produtivo. Entretanto, é válido lembrar que desde a 1RI existem máquinas que respondem automaticamente em situações funcionamento inadequado.

A partir destas considerações, eles concluem que a 4RI, ou Indústria 4.0 (termos que são utilizados como sinônimos pelos autores e ambos vão para além da indústria, englobando o ramo dos serviços), irá substituir o uso de robôs que

---

<sup>1</sup> Tradução nossa: *Indústria 4.0: Com a Internet das Coisas rumo à 4ª Revolução Industrial*.

marcaram a 3RI, pela aplicação da Internet das Coisas, alicerçada nos Sistemas de Produção Ciber-Físicos.

Tal artigo serviu como base para o discurso do Professor Wolfgang na cerimônia de abertura da feira *Hannover Mess*, uma das maiores do mundo, localizada na cidade de Hannover (Alemanha), dedicada ao debate sobre desenvolvimento industrial<sup>2</sup>. Neste capítulo, serão analisadas as novas tecnologias que conformam o núcleo duro da Indústria 4.0, como a blockchain, Internet das Coisas (IoT), Sistemas de Produção Ciber-Físicos (SPCF), Inteligência Artificial (IA) e *Machine Learning*<sup>3</sup> (ML). Após, serão analisadas as novas formas de trabalho que estão surgindo, com ênfase no conceito de “economia de plataforma”, que parece melhor descrever as transformações no mundo do trabalho.

#### 4.1 INDÚSTRIA 4.0 E AS NOVAS TECNOLOGIAS

Nesta Seção serão abordadas as novas tecnologias que compõem o núcleo duro da Indústria 4.0, como a blockchain, *IoT*, SPCF, IA, *ML*. Será estudado tanto o surgimento, como o atual estágio de desenvolvimento destas tecnologias, através da análise de aplicações práticas delas.

##### 4.1.1 Blockchain

A *blockchain* pode ser traduzida como “corrente de blocos”, ou como “cadeia de blocos”, ganhou grande visibilidade na sociedade por causa da sua relação com as criptomoedas, especialmente com a bitcoin. Apesar de muitas vezes ser considerada uma tecnologia recente, a sua origem está vinculada ao trabalho de Haber e Stornetta (1991), em que os autores buscaram solucionar um problema que surgiu com o desenvolvimento das tecnologias digitais: com a crescente facilidade de modificar arquivos digitais, como textos, áudios, fotos e vídeos, como é possível certificar quando estes foram alterados pela última vez? Isso diz respeito a confiabilidade, ou a falta desta, na vida dos arquivos digitais, desde a sua criação, perpassando todas as transações e modificações subsequentes.

---

<sup>2</sup> Disponível em [https://www.youtube.com/watch?v=hf8\\_LCuF3qE](https://www.youtube.com/watch?v=hf8_LCuF3qE). Acesso em 23 de junho de 2023. O discurso mencionado ocorre entre 11:40 min e 15 min.

<sup>3</sup> Em tradução literal, “machine learning” significa “aprendizado da máquina”.

Eles desenvolveram uma solução por meio de uma “cadeia de blocos” criptografados que servem para armazenar os registros realizados nos documentos, de forma que quando estes fossem alterados, isto constaria nos registros, sem possibilidade de realizar uma modificação que não constasse no histórico dos arquivos. Dessa forma, seria possível verificar quando o documento foi alterado pela última vez, conferindo maior credibilidade.

No artigo de Satoshi Nakamoto (2008), intitulado “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System”, ou “Bitcoin: um sistema de dinheiro eletrônico entre pares”, em tradução literal, o autor buscou fornecer um meio para que as transações financeiras entre duas partes não precisassem de um terceiro elemento como intermediador, pois, isto significa um custo extra que impediria as transações de baixo vulto. “What is needed is an electronic payment system based on cryptographic proof instead of trust, allowing any two willing parties to transact directly with each other without the need for a trusted third party”<sup>4</sup> (NAKAMOTO, 2008, p. 1). A partir disso, foi criada a moeda virtual bitcoin.

Isso significa que a bitcoin é uma forma de utilização da tecnologia blockchain, portanto, configura uma aplicação prática desta. Os estudiosos da 4RI salientam que esta tecnologia possui uma aplicação mais ampla e é um elemento central da Indústria 4.0. Schwab e Davis (2018, p. 71) apontam que ela é revolucionária por ser uma forma de transacionar e compartilhar informações de modo seguro, verificável, transparente (não necessariamente para todos) e de baixo custo. Johnson e Markey-Towler (2021, p. 127-137) conceituam a blockchain como uma “mega-tecnologia” que irá reordenar as relações institucionais da sociedade em favor das “meso-populações”, como uma forma de descentralizar o poder. Yaganeh (2019) defende que esta tecnologia irá revolucionar a relação entre as empresas, os trabalhadores e os consumidores. Greve *et al.* (2018), e os demais autores citados, compreendem que a tecnologia blockchain é disruptiva e possui aplicação em inúmeros setores: financeiro, industrial, serviços e pelo próprio governo.

Apesar dos diversos autores apontarem inúmeras potencialidades para esta tecnologia, poucos são os exemplos de aplicações concretas. Teoricamente, a

---

<sup>4</sup> Tradução nossa: “O que é necessário é um sistema de pagamento eletrônico baseado em prova criptográfica em vez de confiança, permitindo que quaisquer duas partes dispostas a fazer transações diretamente entre si sem a necessidade de um terceiro confiável”. (NAKAMOTO, 2008, p. 1).

blockchain possui muitas aplicações, mas na prática ela encontra dificuldades em transpor barreiras e garantir uma aplicação profunda e revolucionária como é defendida. Um exemplo interessante a ser analisado é a criação da Plataforma *TradeLens*<sup>5</sup> em 2018, formada a partir de uma *joint-venture* entre as empresas IBM (International Business Machines Corporation) e a Maersk. A primeira, uma gigante da tecnologia, voltada para a área da informática, com produção de softwares e hardwares, e a segunda, uma das maiores do mundo com atuação global no ramo dos serviços de transporte marítimo, e na cadeia de suprimento e logística<sup>6</sup>.

Como consta no site da Plataforma, sua finalidade era

A digitalização da cadeia de suprimentos global como uma plataforma aberta e neutra do setor. Essa visão se concentrou na capacidade de permitir o verdadeiro compartilhamento de informações e a colaboração em um setor altamente fragmentado em todo o mundo (TRADELENS, 2023).

De acordo com Jensen *et. al* (2019, p. 2), essa solução – por meio da utilização da tecnologia blockchain – permitiria cortar custos administrativos, diminuir os prazos de entrega e reduzir os riscos do serviço por meio de melhorias nos monitoramentos. A logística necessária para organizar o transporte mundial de mercadorias é de grande complexidade, tendo em vista que em 2017 foram transportados, aproximadamente, 20 milhões de contêiners (JENSEN *et al.*, 2019, p. 3). Por isso, a organização da logística e do transporte de mercadorias envolve uma grande quantidade de variáveis, de informações, de atores e, apesar de cada empresa possuir seu próprio sistema de informações, existe uma grande dificuldade no compartilhamento das informações entre as inúmeras empresas que participam de cada etapa do processo, principalmente, por motivos de segurança. Em suma, isso resulta em elevados custos administrativos.

A partir de dados retirados do documento *Enabling Trade Valuing Growth Opportunities*<sup>7</sup>, Jensen *et al.* (2019, p. 25), sugerem que as novas tecnologias da informação e da comunicação, como a plataforma *TradeLens*, tem potencial para diminuir os custos do comércio internacional entre 5-20%, aumentando o volume do comércio em 10-15%, resultando na expansão de 3-5% do PIB mundial. Isso tudo

---

<sup>5</sup> Vídeo de apresentação de *TradeLens*: [https://mediacenter.ibm.com/id/1\\_8zrz58wb](https://mediacenter.ibm.com/id/1_8zrz58wb). Acesso em 29 de junho de 2023.

<sup>6</sup> <https://www.maersk.com/transportation-services>. Acesso em 29 de junho de 2023.

<sup>7</sup> [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_SCT\\_EnablingTrade\\_Report\\_2013.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_SCT_EnablingTrade_Report_2013.pdf). Acesso em 29 de junho de 2023.

seria fruto da digitalização das cadeias globais de suprimentos, tornando-as mais conectadas, por meio da tecnologia *blockchain*, aumentando a eficiência deste setor como um todo.

O valor oferecido pela TradeLens é 'levar as cadeias de suprimentos globais a um estado mais conectado e digitalizado – para todos', e a TradeLens tem os seguintes objetivos: 'reduzir o custo do transporte global, melhorar a visibilidade nas cadeias de suprimentos e eliminar as ineficiências decorrentes de processos baseados em papel'. O valor que a TradeLens pode potencialmente explorar são os custos administrativos, que representam 22% dos preços de custo de varejo, reduzindo os tempos de espera, aumentando as entregas no prazo e reduzindo o custo da mitigação de riscos<sup>8</sup>. (JENSEN, *et al.*, 2019, p. 26, tradução nossa).

Em entrevista publicada no dia 3 de outubro de 2022 pelo Jornal Valor Econômico, Gustavo Pereira, consultor de comunicação e marketing da Aliança, uma empresa do Grupo Maersk, comentou que a *TradeLens* já era aceita em mais de 26 alfândegas e estaria operando uma “revolução nos portos”. Isso seria fruto da diminuição do uso de papel e do custo do frete (BOMFIM, 2022).

Apesar de todas estas potencialidades, em 29 de novembro de 2022, o Diretor de Plataformas de Negócios da Maersk, Rotem Hershko, anunciou o fim da plataforma. O motivo estaria no fato de que não houve colaboração total do setor, e por isso a *TradeLens* não alcançou *viabilidade econômica* para seguir operando. Isso significa que a utilização desta nova tecnologia não se mostrou rentável, portanto, ao invés de reduzir os custos do comércio, na prática, resultou em maiores gastos (HERKSHO, 2022).

Por isso, apesar da *blockchain* ser apontada como uma tecnologia disruptiva, com potencialidades em diversos setores, até o momento isso não pôde ser verificado através de aplicações concretas. Por último, é possível compreender que a essência desta “nova” tecnologia está vinculada ao compartilhamento de arquivos digitais, informações, realização de transações que forneçam maior transparência e confiabilidade aos documentos, e, em última instância, não seja necessário a participação de uma terceira parte intermediadora que representa um aumento de custos.

---

<sup>8</sup> No original, “The value offered by TradeLens is ‘to bring global supply chains into a more connected and digitized state — for everyone,’ and TradeLens has the following goals: ‘to reduce the cost of global shipping, improve visibility across supply chains, and eliminate inefficiencies stemming from paper-based processes.’ The value that TradeLens can potentially tap into is administrative costs, which make up 22% of retail cost prices, reducing waiting times, increasing on-time deliveries and reducing the cost of risk mitigation”.

#### 4.1.2 Internet das Coisas (IoT) e Sistemas de Produção Ciber-Físicos (SPCF)

A Indústria 4.0 está relacionada à integração das tecnologias da informação e a comunicação inteligente entre estas tecnologias, neste sentido, a Internet das Coisas é considerada como um dos seus pilares (JOHNSON; MARKEY-TOWLER, 2021, p. 83). A essência da *IoT*, de acordo com Schwab e Davis (2018, p. 144) está na “prática de reunir milhares ou milhões de pontos de dados de sensores, integração em tempo real com análise preditiva desses dados, e fornecimento de suporte a tomadores de decisão ou controle direto de atuadores do mundo real”<sup>9</sup>. Está baseada tanto na coleta de dados, como na análise destes, com o objetivo de buscar correlações e oportunidade de melhorias dentro da produção. De acordo com os dados utilizados por Schwab (2016, p. 60), o desenvolvimento da *IoT* traria um benefício à cadeia de valor no montante de 14,4 trilhões de dólares, ao longo da década 2021-2030, por causa do aumento de eficiência no rastreamento de materiais e dos fluxos de energia.

O conceito de *IoT* foi criado por Kelvin Ashton, ainda em 1999, e denotava a ideia de que os objetos seriam transformados em “inteligentes” ao serem conectados à internet, e com a inserção de sensores nos equipamentos. A tecnologia denominada Sistemas de Produção Ciber-Físicos (SPCF) utiliza da “infraestrutura” da *IoT*, sendo esta essencial para a rápida transmissão de dados fornecidos pelas máquinas e equipamentos. Com a adição de sensores nos equipamentos, surge uma fonte de dados sobre o processo produtivo em tempo real – espaço físico – e estas informações são gerenciadas e analisadas em computadores – espaço cibernético. Para a operacionalização do SPCF é importante uma rede internet com capacidade de transmitir um grande fluxo de informações, por isso a relevância da internet 5G, e um sistema computacional com o potencial de processar um grande volume de informações, bem como a utilização de uma força de trabalho que analise os dados gerados (ADEBAYO *et al.*, 2021, p. 2479).

Os SPCF trabalham com a representação cibernética do espaço físico, e atuam sobre estes por meio da integração dos processos físicos com os computadores (LEITÃO *et al.*, 2016a, p. 1). Os computadores e a rede de internet

---

<sup>9</sup> No original, “the practice of gathering thousands or millions of sensor data points, real-time integration and predictive analysis of that data, and either delivery of decision support to decision-makers or direct control of real-world actuators”.

controlam e observam os processos físicos através dos dados fornecidos pelas máquinas, constituindo um sistema dinâmico. Dessa forma, o “SPCF integra a dinâmica dos processos físicos com os do software e da rede, fornecendo abstrações e técnicas de modelagem, projeto e análise para a totalidade do processo”. Isso exige uma grande sofisticação matemática com a utilização de modelos que incorporem a passagem do tempo, fornecendo a dinâmica do mundo físico.

De acordo com Klotzer *et al.* (2017, p. 8-10), estes sistemas possuem uma ampla aplicabilidade:

- a) design de sistemas;
- b) na segurança de sistemas;
- c) na produção “inteligente”;
- d) nos produtos “inteligentes”;
- e) nas cidades “inteligentes”;
- f) nos serviços de saúde e educação “inteligentes”;
- g) na agricultura “inteligente”;
- h) nas moradias “inteligentes”;
- i) na logística “inteligente” etc.

Dentro destas, as primeiras três são consideradas as mais relevantes pelos autores.

A origem dos SPCF está relacionada ao trabalho de Koren *et al.* (1999). Neste trabalho, os autores problematizam os limites relacionados às formas de organização da produção das empresas, as quais seriam baseados em dois tipos:

- a) *Dedicated Manufacturing Lines*<sup>10</sup> (DML);
- b) *Flexible Manufacturing Systems*<sup>11</sup> (FMS).

Em termos genéricos, o primeiro diz respeito à produção em massa, com existência de uma linha de produção que fabrica muitas quantidades de uma mesma peça, resultando em ganhos de escala na medida que a capacidade utilizada cresce, por outro lado, apresenta um grau de rigidez para modificar a produção, e prejuízos na medida em que a demanda é reduzida, ou seja, com a diminuição da utilização da capacidade instalada – está relacionado ao paradigma fordista. Enquanto o segundo, possui uma linha produção mais flexível, produz uma maior gama de

---

<sup>10</sup> Tradução nossa, “sistemas de manufatura dedicados”.

<sup>11</sup> Tradução nossa, “sistemas de manufatura flexíveis”.

variedade de produtos; as máquinas são programadas por Controle Numérico e são mais caras, resultando em um maior custo por peça – está relacionada ao paradigma toyotista.

Os autores apontam que nenhuma das duas opções é o ideal para o processo produtivo, a primeira, por causa da sua rigidez, resulta em grandes prejuízos nos momentos de queda da demanda, ou seja, em conjunturas de recessões ou crises econômicas; enquanto a segunda apresenta um custo unitário mais alto, apesar da sua flexibilidade. A partir disso, os autores oferecem uma terceira via, denominada de *Reconfigurable Manufacturing Systems*<sup>12</sup> (RMS), “cujos componentes são máquinas reconfiguráveis e controladores reconfiguráveis, bem como metodologias para seu projeto sistemático e rápido aumento de produção, são os pilares desse novo paradigma de manufatura”<sup>13</sup> (KOREN, *et al.*, 1999, p. 527, tradução nossa). Com isso, este novo sistema fornece uma resposta rápida às flutuações do mercado, e combina o alto rendimento do DML com a flexibilidade do FMS.

É discutível que isso seja um novo paradigma produtivo, diferente do Sistema Toyota de Produção e da reestruturação flexível. Antes disso, a proposta parece um aprofundamento da tendência de flexibilização da produção, objetivando ganhos de escala na medida que a demanda cresce – algo presente no Sistema Toyota de Produção e na reestruturação flexível. Apesar dos autores afirmarem que o Controle Numérico é um “software fixo” que limita as possibilidades de reconfiguração do mesmo e da linha de produção, também destacam que os principais componentes do RMS são o CN e as máquinas reconfiguráveis (KOREN *et al.*, 1999, p. 529). Com isso, o “novo” paradigma produtivo, denominado de RMS, deve estar alicerçado na reconfiguração da arquitetura dos sistemas (*software*), e das máquinas (*hardware*).

The core of the RMS paradigm is an approach to reconfiguration based on system design combined with the simultaneous design of open-architecture reconfigurable controllers with reconfigurable modular machines that can be designed by synthesis of motion modules<sup>14</sup>. (KOREN, *et al.*, 1999, p. 529).

---

<sup>12</sup> Em tradução literal, “sistemas de manufatura reconfiguráveis”.

<sup>13</sup> No original, “Reconfigurable manufacturing systems (RMS), whose components are reconfigurable machines and reconfigurable controllers, as well as methodologies for their systematic design and rapid ramp-up, are the cornerstones of this new manufacturing paradigm”.

<sup>14</sup> Tradução nossa, “O núcleo do paradigma RMS é uma abordagem de reconfiguração baseada no design do sistema combinado com o design simultâneo de controladores reconfiguráveis de arquitetura aberta com máquinas modulares reconfiguráveis que podem ser projetadas por meio da síntese de módulos de movement”.

Com isso, a tecnologia RMS busca, por meio de alterações na arquitetura do software, realizar mudanças no âmbito da produção através das operações realizadas pelas máquinas (*hardware*), seja no tamanho da peça, na sua forma geométrica, no material utilizado, no nível de precisão das operações etc. Esse processo é denominado, pelos autores, de reconfiguração do *software* e do *hardware*. Entretanto, os próprios autores reconhecem que a reconfiguração, apesar de ser mais viável no que tange aos *softwares*, encontra barreiras complexas de serem superadas no âmbito das máquinas.

Reconfiguration seems increasingly difficult the closer one gets to the ironware side because hardware interfaces are much more difficult to realize than software or control interfaces. While the latter is more a standardization issue, the hardware interface issue is difficult because of its inherent technical complexity<sup>15</sup>. (KOREN, *et al.*, 1999, p. 530).

Apesar de ser um trabalho publicado há mais de duas décadas, este contém os elementos centrais dos SPCF. De acordo com Um *et al.* (2017), o trabalho de Koren trouxe o conceito de “sistema holônico” para a integração do mundo virtual com o real. Conforme Leitão *et al.* (2016b, p. 4), os princípios holônicos fornecem ao sistema uma hierarquia entre as partes, sendo que ao mesmo tempo, um elemento opera como parte e como uma totalidade, na medida que este simultaneamente se comporta de forma autônoma em relação as suas partes subordinadas, mas é uma parte dependente em relação aos elementos que estão hierarquicamente acima dele.

Para o devido funcionamento dos SPCF é pressuposto a conexão entre os diversos sistemas, como o sistema de computadores e as inúmeras máquinas e equipamentos, formando uma grande totalidade. Para isso, é necessário que exista a *interoperabilidade* entre os diversos sistemas. O significado de interoperabilidade é, conforme Geraci (1991, p. 114), “the ability of two or more systems or componentes to exchange information and to use the information that has been exchanged<sup>16</sup>”, ou, “a capacidade de equipamentos de diferentes fabricantes (ou

---

<sup>15</sup> Tradução nossa, “A reconfiguração parece cada vez mais difícil quanto mais nos aproximamos do lado do ironware [produtos siderúrgicos], porque as interfaces de hardware são muito mais difíceis de realizar do que as interfaces de software ou de controle. Enquanto a última é mais uma questão de padronização, a questão da interface de hardware é difícil devido à sua complexidade técnica inerente”.

<sup>16</sup> Tradução nossa, “a capacidade de dois ou mais sistemas ou componentes de trocarem informações e usarem as informações trocadas”.

sistemas diferentes) de se comunicarem juntos na mesma infraestrutura (mesmo sistema)”<sup>17</sup> (VAN DER VEER; WILES, 2008, p. 5, tradução nossa). Isso configura uma tarefa complexa de ser realizada, pois diz respeito à capacidade de comunicação entre dois sistemas com tecnologias de natureza diferente, ou entre máquinas que realizam distintas operações na produção. Quanto maior a interoperabilidade do sistema, maior é o grau de integração do mesmo (ESTRADA-JIMENEZ *et al.*, 2021, p. 146-147).

A aplicação do SPCF também está relacionada ao conceito de *Plug & Produce* (OTTO *et al.*, 2014, p. 296), ou de Sistema Ciber-Físico Industrial (LEITÃO, *et al.*, 2016b, p. 1). O conceito de *P&P* deriva da ideia de *plug-and-play*, o qual é utilizado nos computadores para facilitar a identificação de um novo *hardware* conectado ao dispositivo sem a necessidade de configurá-lo, ou com a mínima intervenção do usuário. De acordo Torayev *et al.* (2022, p. 1257, tradução nossa), o objetivo da aplicação do *P&P* na manufatura, “é melhorar a interoperabilidade e a reutilização dos módulos de fabricação, identificando automaticamente novos componentes e integrando-os a um sistema de produção sem esforço manual”<sup>18</sup>.

Em suma, os SPCF buscam fornecer uma forma mais rápida e menos custosa de realizar mudanças no processo produtivo de uma empresa. Essas alterações envolvem inúmeras possibilidades, seja na adição uma máquina ao processo produtivo, na alteração do funcionamento de um equipamento, por exemplo, para produzir uma peça menor, ou para operar com outro material. A partir disso, uma única alteração de um elemento do sistema irá impactar a comunicação entre os demais componentes, tendo em vista que o sistema como um todo está integrado. Para isso, o SPCF busca fornecer ao processo produtivo maior flexibilidade, facilitando a adaptação do sistema às modificações na produção, seja em quantidade ou qualidade.

Leitão *et al.* (2016b) reforçam que para superar o ceticismo em relação a aplicabilidade industrial do SPCF é importante a criação de interfaces e protocolos internacionalmente padronizados. Por outro lado, Estrada-Jimenez *et al.* (2021, p. 154) reconhecem que atualmente existem poucos padrões disponíveis para a

---

<sup>17</sup> No original, “the ability of equipment from different manufacturers (or different systems) to communicate together on the same infrastructure (same system)”.

<sup>18</sup> No original, “to improve the interoperability and reusability of manufacturing modules by automatically identifying new components and integrating them into a production system without manual effort”.

implementação e, por isso este é um tópico de pesquisa que permanece em aberto, sendo um dos fatores limitadores da utilização dos SPCF. Dessa forma, ainda é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias para que os Sistemas de Produção Ciber-Físicos funcionem adequadamente, visando superar os problemas de padronização, interoperabilidade e integração entre os diferentes sistemas.

#### **4.1.3 Inteligência Artificial (IA) e Machine Learning (ML)**

A Inteligência Artificial é entendida como parte constituinte do núcleo da 4RI, conforme Schwab e Davis (2017). Sua aplicação abrange as áreas de segurança cibernética, controle de robôs industriais, criação de carros autônomos, resumo de textos, análise de dados e o diagnóstico de doenças. Os autores argumentam que a generalização da IA vai aumentar, acabando com as tarefas repetitivas e liberando as pessoas para terem mais tempo livre. Em termos gerais, a IA pode ser definida como uma sub-disciplina da ciência da computação, que lida com o desenvolvimento de sistemas de processamento de dados, os quais executam funções que são associadas à inteligência humana, como raciocínio e aprendizado); enquanto a *ML* – capacidade de aprendizado da máquina – é considerada uma subdivisão importante dentro da IA (ISO/IEC/IEEE, 2017).

De acordo com Johnson e Markey-Towler (2021, p. 97), a IA é a tecnologia mais antiga da 4RI, sendo criada ainda na década de 1950. Sua invenção é relacionada ao artigo de Alan Turing (2009), *Computing machinery and intelligence*, publicado em 1950. Neste trabalho seminal, Turing discute a ideia de que o computador pode ser entendido como a mente, na medida que ele armazena e processa as informações de acordo com uma certa lógica de controle, que são as regras do seu funcionamento.

Outro trabalho que realizou uma contribuição marcante, como apontam Johnson e Markey-Towler (2021, p. 98-99), foi a publicação de John von Neumann (1958), *The Computer and the Brain*. Neste trabalho, Neumann discutiu que a função do computador era de replicar (imitar) e automatizar o processo de computação humana. A máquina executaria operações lógicas que a mente humana poderia realizar, e o computador se assemelharia a um “cérebro artificial”. Dessa forma, a partir da automação dos processos que estão relacionados ao pensamento humano,

a máquina também seria capaz de automatizar os processos que dão origem à ação humana.

Se a estrutura mecânica que manifesta a inteligência artificial puder ser integrada a uma estrutura mecânica que executa o trabalho, poderemos usar máquinas para automatizar não apenas a ação humana, mas também a ação humana guiada pelo pensamento<sup>19</sup>. (JOHSON; MARKEY-TOWLER, 2021, p. 99, tradução nossa).

Entretanto, uma das principais limitações da IA era a sua estrutura fixa, pois mesmo sendo apta em armazenar e processar informações, ela não era capaz de *evoluir*, como o cérebro humano. A partir disto, Samuel (1959) *apud* Johnson e Markey-Towler (2021, p. 100), apontou que as operações realizadas pelas máquinas poderiam modificar a estrutura programática dos “órgãos” do computador. Esses seriam os *meta programs*, e atuariam como uma fonte de atualização denominada de *ML*.

O efeito da inovação de Samuel, portanto, foi permitir que as inteligências artificiais não apenas automatizassem o funcionamento de uma mente humana, mas também mostrassem como essa mente evoluiria e se desenvolveria com base no feedback do ambiente.<sup>20</sup> (JOHSON; MARKEY-TOWLER, 2021, p. 100, tradução nossa).

A evolução da IA está fortemente atrelada ao conceito de *ML*. A inserção dos dados serve como alimento para o aprendizado da máquina descobrir padrões não visíveis, ou na predição de novos resultados. Neste sentido, a *big data* – termo utilizado para designar conjuntos massivos de dados, com estruturas variadas e complexas de difícil armazenamento, visualização e análise (SAGIROGLU; SINANC, 2013, p. 42) – fornece um vasto material para aumentar a capacidade da IA em buscar correlações e no aprimoramento da execução de novas tarefas.

De certo modo, os dados são como uma espécie de treinamento para os softwares que utilizam da IA. No experimento realizado por Sun *et al.* (2019, p. 73), os autores treinaram a IA *AlexNet CNN* para reconhecer dez diferentes categorias de imagens, por exemplo, cachorro, balão, barco etc. Na medida que o tamanho do conjunto de dados de treinamento aumentava, também crescia a precisão da

---

<sup>19</sup> No original, “So by automating the processes which give rise to human thought, artificial intelligence automates the processes which give rise to human action. If the mechanical structure which manifests the artificial intelligence can be integrated within a mechanical structure which executes work, we can use machines to automate not only human action, but also human action as guided by thought.”.

<sup>20</sup> No original, “The effect of Samuel’s innovation, therefore, was to allow for artificial intelligences to not merely automate the functioning of a human mind, but also to show how that mind would evolve and develop based on feedback from the environment”.

máquina. Entretanto, a curva de precisão em relação ao volume de dados seguiu uma função logarítmica, ou seja, no início, a precisão cresceu consideravelmente com um pequeno volume de dados, passando a crescer mais lentamente na medida que o volume de dados aumentava.

Baseados na literatura existente, Peres *et al.* (2020), apontam 27 aplicações elegíveis para AI na indústria, como a soldagem com robôs colaborativos, o treinamento da força de trabalho na linha de produção, controle de qualidade, gerenciamento da cadeia de suprimentos baseados nas flutuações da demanda, otimização do uso de energia, manutenção preventiva, engenharia de projetos etc. Por outro lado, os autores reconhecem que apesar desta tecnologia ser fundamental dentro da 4RI, a maior parte dos agentes situados no setor industrial não possuem uma estrutura abrangente para integrar a IA nos seus processos produtivos, dessa forma, sua real presença no setor industrial é pequena. A falta de compreensão e orientação sobre como esta tecnologia pode ser usada representa um obstáculo crítico para sua aplicabilidade.

Contrários à visão de que a IA está eliminando o trabalho humano na indústria, Peres *et al.* (2020, p. 220130) apontam que a sua aplicação depende fortemente dos trabalhadores, tanto para a o treinamento desta, como para o refinamento dos dados utilizados pela IA. Eles ressaltam que o nível de desenvolvimento desta tecnologia existente não permite um alto grau de automação da IA para realizar decisões sem intervenção humana no processo produtivo; na prática, ela atua como um sistema de apoio para as decisões dos trabalhadores da fábrica.

Outro ponto que limita a aplicabilidade da IA é sua dependência de uma quantidade muito grande de dados padronizados, o que tende a reduzir a fonte de dados para uma única fábrica, tendo em vista a especificidade da organização da produção, bem como as máquinas e equipamentos utilizados. Sem uma vasta fonte de informações, o processo de *ML* é prejudicado, e as generalizações realizadas pela Inteligência Artificial podem ser inadequadas.

No entanto, em ambientes reais de fabricação, os dados de diferentes cenários, condições e configurações costumam ser escassos (por exemplo, diferentes falhas, defeitos, consumo de energia), já que normalmente representam estados indesejados do sistema e a aquisição desses dados com as práticas adotadas atualmente tende a ser inviável do ponto de vista econômico e operacional. Além disso, a rotulagem de dados brutos é um

esforço demorado e caro que, nesse contexto, frequentemente exige especialização e conhecimento do domínio<sup>21</sup>. (PERES *et al.*, 2020, p. 220133, tradução nossa).

Os principais desafios que devem ser superados para aumentar o grau de utilização da IA no ramo industrial, dizem respeito à disponibilidade de dados, a qualidade destes, segurança cibernética e privacidade. Mesmo sendo uma área de pesquisa bem estabelecida, Peres *et al.* (2020, p. 220135) salientam que a IA industrial ainda está em sua “infância”.

#### 4.2 AS PLATAFORMAS DE TRABALHO

É possível identificar vários conceitos que buscam explicar as novas relações de trabalho. Por exemplo, “economia de plataforma”, “capitalismo de plataforma”, “economia do compartilhamento”, “*economia peer-to-peer*” (“de pessoa para pessoa”), “economia colaborativa”, “*gig economy*”, “uberização”, entre outros. Os significados destes conceitos se atravessam e estão conectados pela ideia de que por intermédio das plataformas digitais, as empresas estabelecem uma determinada forma de organizar e controlar o trabalho, ou, em alguns casos, de intermediar as relações de consumo (GONSALES, 2020, p. 127).

Em que pesem as diferentes definições, essas terminologias pretendem identificar fenômenos com as seguintes semelhanças: 1) contatos on-line entre produtores/provedores e consumidores, trabalhadores e empresas; 2) uso de aplicativos ou plataformas para acesso em computador ou em instrumentos móveis de comunicação; 3) uso intensivo de dados digitais para a organização e a gestão dessas atividades; 4) relações completamente instáveis e imprevisíveis para os trabalhadores. (FILGUEIRAS, 2021, p. 59).

Economia de plataforma é o termo utilizado por Grohmann (2020), e capitalismo de plataforma, por Srnicek (2017). De acordo com o primeiro, os algoritmos – “unidade básica da área de computação voltado à resolução de problemas, um conjunto automatizado de instruções” (VAN DIJCK; POELL; DE

---

<sup>21</sup> No original, “However, in real manufacturing environments data from different settings, conditions and configurations is often scarce (e.g. different failures, defects, energy consumption), given that these typically represent undesired states of the system and acquiring said data with currently adopted practices tends to be unfeasible from both an economic and operational standpoint. Moreover, labelling raw data is a time consuming and costly endeavour which in this context frequently requires expertise and domain knowledge.”.

WALL, 2018<sup>22</sup> *apud* GROHMANN, 2020, p. 108) – são utilizados para automatizar e sistematizar processos, os quais dependem do acúmulo e do abastecimento de dados, desse modo, os algoritmos e os dados são a base que estruturam as plataformas. É importante apontar que antes dos dados serem utilizados, é necessário que estes sejam refinados através de um conjunto de operações que são realizadas para viabilizar a utilização e o processamento dos dados, como limpeza, formatação, apreensão e configuração (DENIS, 2021, p. 173; SRNICEK, 2017, p. 21).

A ideia de “plataformização do trabalho”, conforme Grohmann (2020, p. 111-112), reflete melhor a realidade das transformações na morfologia do trabalho, do que o conceito de uberização, “em vez da ‘uberização’, então, trata-se de pensar a plataformização do trabalho como a dependência que trabalhadores e consumidores passam a ter das plataformas digitais”. Apesar da Uber ocupar um papel importante dentro do universo das plataformas, este conceito pode camuflar as peculiaridades do funcionamento de cada uma, de acordo com a forma de organizar e controlar o trabalho, e a intermediação das relações de consumo.

De acordo com a literatura, é possível categorizar os tipos de plataformas de trabalho de diversas maneiras, por exemplo Grohmann (2020, p. 113) sugere três subdivisões:

- a) plataformas que precisam dos trabalhadores em uma localização específica;
- b) plataformas de microtrabalhos digitais, ou *crowdwork*;
- c) plataformas de trabalho macrotrabalhos digitais.

Gonsales (2020) realiza uma separação mais minuciosa, e apresenta sete grupos. Para este trabalho, será adotada a classificação realizada por De Stefano (2015, p. 2), com apenas dois grupos:

- a) o primeiro abrange as plataformas com a execução de tarefas que precisam da presença física dos trabalhadores, como transporte, limpeza, vigilância, prestação de serviços de saúde;
- b) o segundo, reúne as plataformas em que os trabalhadores realizam trabalhos *online* (engloba os dois últimos grupos propostos por Grohmann), como treinamento de dados para a inteligência artificial, transcrição de

---

<sup>22</sup> VAN DIJCK, J.; POELL, T.; DE WAAL, M. **The Platform Society**. New York: Oxford, 2018.

áudios ou documentos em papel, traduções, designers gráficos, programação, ensino à distância.

Como exemplo, acerca do primeiro grupo, é possível citar as seguintes empresas: *iFood*, *Uber*, *Parafuzo*, *Deliveroo*, *NomadHealth*; e no segundo grupo, *Khan Academy*, *Clickworker*, *Amazon Mechanical Turk*, *Fiverr*.

Existe uma disputa sobre o significado das novas relações de trabalho: por um lado, é argumentado que esses trabalhos fornecem flexibilidade para o trabalhador, de tal modo que este pode escolher quando trabalhar, para quem trabalhar, o número de horas que irá trabalhar, e caracteriza uma forma de democratização dos meios de produção, de modo que bastaria possuir (ou alugar) uma bicicleta, um carro, computador, ou celular, para ser o dono dos meios de produção. Do outro lado, existe uma leitura crítica acerca das novas relações de trabalho, baseadas na contratação de trabalhadores por demanda, em que este recebe por tarefa realizada (semelhante ao salário por peça). Para além disto, os trabalhadores não possuem direitos trabalhistas, como férias remuneradas, décimo terceiro salário, acesso ao seguro-desemprego, nem a seguridade social quando sofrem algum acidente de trabalho e ficam incapacitados de trabalhar por um certo período, plano de saúde, vale alimentação (ou refeição), etc.

#### **4.2.1 Plataformas de trabalho que precisam da presença física dos trabalhadores**

Iniciando a análise pelas plataformas que necessitam da presença física dos trabalhadores na execução das tarefas, Abílio (2020, p. 14-15) utiliza do conceito de uberização para retratar as novas formas de “organização, gerenciamento e controle do trabalho, que se apresenta como uma tendência global”. Dessa forma, a autora argumenta que as novas plataformas de trabalho, buscam estabelecer um grau de controle sobre a força de trabalho.

Isso vai na contramão do que é propagandeado por estas plataformas. Por exemplo, ao entrar no site da Uber (2023), encontra-se a seguinte mensagem “dirija quando quiser e ganhe de acordo com suas necessidades. Gere ganhos no horário que quiser”, e uma estimativa de ganhos, de R\$ 1.633,00 por semana – trabalhando 50 horas –, entretanto, também aparece que a “estimativa informada não inclui os

custos de sua responsabilidade, como combustível e manutenção”. No site da iFood (QUERO..., 2021) é destacado que “você escolhe o horário e onde quer entregar”.

O conceito de “gamificação” (*gamification*) desenvolvido por Woodcock e Johnson (2019), ajuda a compreender a dinâmica de funcionamento destas plataformas. De acordo com os autores, a ideia de gamificação presente nestes trabalhos está relacionada à aplicação do modo de funcionamento dos jogos, permeado pelos elementos de competição, recompensas (bônus) e penalidades. A lógica do jogo é utilizada como um meio para gerenciar a força de trabalho, denominada de “gamificação de cima para baixo”. Isso faz parte da busca incessante da gerência, portanto, algo que remonta Taylor, em diminuir os tempos mortos da jornada de trabalho. Inclusive, isso é reconhecido por Bob Marsh, CEO da empresa LevelEleven<sup>23</sup>, quando este afirma em uma entrevista que a gamificação, na verdade, é sobre “gerar receita, economizar custos, tornas as pessoas mais eficientes<sup>24</sup>” (TIMOTHY, 2016, tradução nossa).

De acordo com Iora (2022, p. 86-89), é possível identificar, em tese, um maior grau de flexibilidade na jornada de trabalho dos trabalhadores de aplicativo, como da Uber, iFood e Rappi, em especial, no caso daqueles que são “jovens e estudantes que querem auferir alguma fonte de renda, enquanto conciliam estudos e trabalho”. Entretanto, o autor também ressalta que, na prática, os entregadores estão longe de ter a flexibilidade e a autonomia propagandeada pelas plataformas. Nas entrevistas realizadas pelo autor, é possível identificar, a partir dos relatos dos entregadores, a aplicação do conceito de “gamificação” de Woodcock e Johnson (2019).

Por exemplo, as plataformas estabelecem mecanismos de gratificar os entregadores que realizarem determinadas tarefas, ou aplicam punições para aqueles “violarem” as regras de uso dos aplicativos. É válido mencionar o relato de Rafael que realizava entregas de bicicleta pela empresa Rappi.

Faça cinco entregas em tal e tal período e ganhe R\$ 3,00 a mais em cada entrega. Ganhe não sei quantos, se tu conseguir fechar tantas entregas. Mas ela é sacana ao mesmo tempo, porque se ela coloca uma meta, que tu tem que fazer tantas entregas, tu faz seis entregas e ao final disso tu vai ganhar R\$ 50,00 a mais por ter feito essas seis entregas. Toca cinco, a

---

<sup>23</sup> Empresa de tecnologia que utiliza do gerenciamento de desempenho para “ajudar” os líderes a motivarem, envolverem e treinarem seu pessoal em torno de comportamentos que geram melhores resultados. <https://leveleven.com/>.

<sup>24</sup> No original: It’s not about ‘gamifying.’ It’s about driving revenue, saving costs, making people more efficient.

sexta não toca, a sexta não vai tocar, a sexta vai ser um inferno. Ou eles definem um horário muito curto, entendeu? Para tu fechar aquilo ali que não tem como. [...] Então eu acho que eles, eu reforço, eu acho que eles disputam mesmo pela nossa atenção. Eles sabem que tem entregador doze, vinte e quatro horas ligado aí na rua, que tá disposto a trabalhar, mas o que eles buscam é conseguir canalizar em momentos específicos mais gente para plataforma deles. (IORA, 2022, p. 67).

De acordo com o relato de outros entregadores, as práticas de bonificações também fazem parte das outras empresas, para além da Rappi, como a UberEats, 99Food (estas duas encerraram suas atividades no Brasil, em 2022 e 2023, respectivamente), Loggi e iFood, entretanto, elas eram mais comuns quando estas empresas iniciaram suas atividades no Brasil, e de acordo com Iora (2022, p. 68) operou como um mecanismo para atrair aqueles trabalhadores que eram contratados diretamente, ou atuavam como autônomos. Ainda em 2019, na cidade de São Paulo, tanto a iFood, como a Loggi se comprometeram em deixar de estabelecer bonificações baseadas no tempo de entrega, por causa do aumento do número de acidentes que estava ocorrendo – a Rappi e a UberEats, por outro lado, não aderiram ao acordo com a gestão municipal (SP..., 2019).

A utilização das recompensas é uma estratégia para que o trabalhador disponibilize mais do seu tempo para as plataformas. Elas configuram um mecanismo fundamental para estas formas de trabalho, pois, os trabalhadores, em tese, podem ligar ou desligar o aplicativo a qualquer momento, com isso, pode surgir uma queda na oferta de trabalho nos dias com situações climáticas adversas. Para além das recompensas “imediatas”, por exemplo, um valor maior caso o entregador realize um certo número de entregas, também existe a hierarquização dos trabalhadores em diferentes níveis, como diamante, ouro, prata e bronze, no caso da UberEats. A ideia é de que aqueles trabalhadores que estiverem em uma hierarquia mais alta, vão ser recompensados com uma maior oferta de trabalho.

Entretanto, as regras estabelecidas pela gestão algorítmica das plataformas são consideradas como uma caixa preta, tendo em vista que não é explicitado por essas empresas a quantidade de entregas que são necessárias para subir de hierarquia, nem os critérios que são considerados para punir os trabalhadores que não agem conforme o requisitado pelos aplicativos. Essa é a outra faceta do conceito de *gamificação*, a utilização de punições para controlar a força de trabalho. No relato fornecido por Silvia, esta comenta que após ficar 1 mês fora da plataforma

UberEats, por causa de um acidente de trabalho, saiu da categoria “ouro”, retornando para categoria “inicial” (IORA, 2022, p. 69-70).

As punições não são restritas aos entregadores que deixam de ligar o aplicativo por alguns dias, ou mês, como foi o caso mencionado. Existe um consenso entre os entregadores, tendo em vista as entrevistas de Iora (2022) que, ao negar um determinado número de entregas, os trabalhadores são penalizados recebendo um menor número destas ao longo do dia, ou deixando de receber qualquer tipo de entrega. Isso pode ser visualizado no relato de Rafael:

É assim ó, a iFood fica tocando, tocando, tocando, tu não aceitou? [...] Tá, tudo bem, tá tu fica ali de novo, vai esperar a próxima. Aí tu não aceitou a próxima? Deu, pode esperar que não vão mais te chamar, não vai mais tocar. Ou, às vezes, tem pouco motoboy e eles vão te bloquear quarenta, quarentena e cinco minutos. Às vezes toca tanto, tanto que tu tem que puxar para o lado esquerdo, que é a recusa, e aí pode ir pra casa que não vão te chamar mais nada. Aí você tem que ligar no outro [aplicativo], entendeu? (IORA, 2022, p. 89).

Novamente, é difícil afirmar quais são os critérios estabelecidos pelas empresas para adotarem essas medidas punitivas, tendo em vista que isto não é uma informação compartilhada com os trabalhadores. Woodcock (2020), ao analisar o modo de funcionamento da empresa *Deliveroo*<sup>25</sup>, faz alusão ao livro *O Panóptico*, de Bentham [1791]. Neste livro, o autor projeta uma cadeia onde todos os presos poderiam ser observados a partir de um ponto central, por um único observador. O objetivo era internalizar a responsabilidade de supervisão para o próprio preso, desse modo, este não seria capaz de saber quando não estava sendo observado. Bentham comenta que o princípio contido nesta ideia pode ser estendido para qualquer fábrica, salientando que os trabalhadores que são pagos por peça, o “interesse que [o trabalhador] tem no valor de [seu] trabalho supera o uso da coerção e de qualquer expediente calculado para dar força a ele” (BENTHAM, 1995<sup>26</sup>, p. 80, *apud* WOODCOCK, 2020, p. 26).

A partir desta referência, em que o pagamento por peça serve como uma ferramenta para os trabalhadores internalizarem os interesses da gerência da fábrica, portanto, para subordinar e controlar o trabalho de modo mais efetivo do que a coerção explícita, Woodcock (2020, p. 42) utiliza o conceito de “panóptico

<sup>25</sup> Empresa britânica que entrega comida com pedidos online.

<sup>26</sup> BENTHAM, J. *The Panopticon Writings*. London/New York: Verso, 1995.

algorítmico”, em que a empresa *Deliveroo* utiliza desta tecnologia para supervisionar e gerenciar a força de trabalho de forma automatizada. Na prática, existe uma forma de invisível de controle do trabalho por meio do algoritmo automatizado. O trabalhador dito autônomo, na verdade, deve seguir as instruções do aplicativo: caso a solicitação de entrega recebida seja ignorada, isto tende a diminuir o número de novas solicitações (semelhante ao que ocorre na UberEats e iFood); a primeira instrução recebida pelos entregadores é do local para retirar a comida, sem saber onde é o destino da entrega; no momento em que eles chegam no restaurante, podem receber mais de um item para ser entregue; após retirarem os pedidos, eles recebem o local que é para ser entregue a comida, e o tempo indicado.

Em média, a cada duas semanas, os entregadores recebem um e-mail dizendo se eles demoraram mais tempo do que o esperado, ou menos tempo, para buscar e entregar os pedidos. Desse modo, Woodcock (2020, p. 38) aponta que o aplicativo repete Taylor, “específica não apenas o que deve ser feito, mas como deve ser feito e o tempo exato permitido para que isso seja feito”. Por último, o autor afirma que caso os trabalhadores fiquem abaixo do desempenho esperado pela empresa, estes recebem advertências, as quais podem resultar em desligamentos.

De acordo com os questionários realizados por Filgueiras e Lima (2020, p. 1), com 103 entregadores (72 motociclistas e 31 “bikeboys”), foram obtidos os seguintes dados:

- a) 70% dos entregadores tinham no trabalho por aplicativo sua única fonte de renda;
- b) os que possuem o trabalho por aplicativo como única função, trabalharam, em média, 64,5 horas por semana (isso supera em 20 horas semanais a jornada de trabalho de 44 prevista na CLT);
- c) considerando todos os entrevistados, a jornada média semanal foi de 55 horas, sendo que 70% laboraram 6 ou 7 dias da semana;
- d) para 44%, o rendimento líquido (descontados os gastos com combustível, manutenção, internet, etc.) de um mês de trabalho foi menor do que o salário-mínimo, e para 85%, menor do que 2 salários-mínimos;
- e) considerando o salário por hora, 51,7% receberam, proporcionalmente, menos do que 1 salário-mínimo;
- f) 33% dos entregadores sofreram algum tipo de acidente de trabalho, e 72,1% dos acidentados criticaram a falta de apoio da empresa.

De acordo com os dados do Cebrap (2023, p. 25), 61% dos entregadores possuíam o ensino médio completo (6% possuíam ensino superior completo), enquanto os motoristas, 62% tinham completado o ensino médio (17% tinham finalizado uma graduação).

Como Marx (2013, p. 763) já apontara, o salário por peça, como é o caso das plataformas, tende a desenvolver um “sentimento” de liberdade e independência, desse modo, a flexibilidade e a autonomia presentes nestes tipos de trabalho configuram, na prática, uma ilusão. Apesar dos trabalhadores poderem escolher quando ligar e desligar o aplicativo, estes são penalizados por recusarem corridas, ou ficarem um período sem entrar nas plataformas. Mesmo que possuam o meio de transporte, isto não representa o controle sobre o processo de trabalho, o qual é automatizado pela gestão algorítmica. Para além disto, o baixo valor pago por entrega é uma forma de impelir os entregadores a ficarem mais tempo trabalhando para as plataformas. Nesse sentido, a tendência da uberização parece fortalecer a ideia de que o trabalhador é visto principalmente como um elemento de produção, e este passa a ser totalmente responsável por garantir seu próprio bem-estar social. Nada lhe é assegurado, seja em termos de salário, carga horária de trabalho, ao mesmo tempo, ele fica disponível para ser utilizado (ABÍLIO, 2020, p. 19).

#### **4.2.2 Plataformas de trabalho online**

Diferentemente das plataformas que precisam de uma força de trabalho local, as plataformas de trabalho *online* possuem uma força de trabalho global. Como exemplo, será analisado o caso *Amazon Mechanical Turk (MTurk)*, tendo em vista que ela foi pioneira na utilização do *crowdwork*, e é referência mundial neste tipo de dinâmica de trabalho, servindo como modelo para outras plataformas e, em 2019, possuía, aproximadamente, 500 mil trabalhadores cadastrados na plataforma (KALIL, 2019, p. 22). Ao entrar no seu site, aparece a seguinte mensagem, “Access a global, on-demand, 24x7 workforce” (ACCESS..., 2023), ou seja, acesso a uma força de trabalho global, sob demanda, 24 horas por dia, 7 dias por semana. O trabalhador desta plataforma é denominado de “turker”, como uma referência à máquina desenvolvida pelo inventor Wolfgang von Kempelen no século XVIII, chamada de “The Turk”. Esta máquina, supostamente, tinha a capacidade de jogar xadrez sem o auxílio humano, entretanto, na prática, um jogador se escondia dentro

da máquina e a operava sem o conhecimento do público (MORESCHI; PEREIRA; COZMAN, 2020, p. 46). O próprio Jeff Bezos, CEO (chief executive officer) da MTurk, em uma entrevista para o The New York Times, denominou a plataforma como uma “*artificial intelligence*”, ainda, nas suas palavras,

Normalmente, um ser humano faz uma solicitação a um computador, e o computador faz a computação da tarefa. Mas as inteligências artificiais como a Mechanical Turk invertem tudo isso. O computador tem uma tarefa que é fácil para um ser humano, mas extraordinariamente difícil para o computador. Então, em vez de chamar um serviço de computador para executar a função, ele chama um humano<sup>27</sup>. (PUTIN, 2007, tradução nossa).

De acordo com os dados disponibilizados pela plataforma Mturk (ACCESS..., 2023), são apresentadas as seguintes características:

- a) acesso global de uma força de trabalho por demanda, 24 horas por dia e sete dias por semana;
- b) flexibilidade com a força de trabalho – as empresas pagam por tarefa realizada;
- c) uma estrutura para controlar a qualidade do serviço;
- d) redução de custos com a contratação e administração da força de trabalho temporária.

Também ressalta que as empresas podem aproveitar a

[...] a inteligência coletiva, as habilidades e os insights de uma força de trabalho global para otimizar os processos de negócios, aumentar a coleta e a análise de dados e acelerar o desenvolvimento do aprendizado de máquina. [...] Embora a tecnologia continue a melhorar, ainda há muitas coisas que os seres humanos podem fazer com muito mais eficiência do que os computadores, como moderar o conteúdo, realizar a deduplicação de dados ou pesquisas. Tradicionalmente, tarefas como essas são realizadas por meio da contratação de uma grande força de trabalho temporária, o que consome tempo, é caro e difícil de escalar, ou não são realizadas. O *crowdsourcing* [terceirização coletiva] é uma boa maneira de dividir um projeto manual e demorado em tarefas menores e mais gerenciáveis a serem concluídas por trabalhadores distribuídos pela Internet (também conhecidas como ‘microtarefas’)<sup>28</sup>. (ACCESS..., 2023, tradução nossa).

<sup>27</sup> No original: Normally, a human makes a request of a computer, and the computer does the computation of the task [...] But artificial artificial intelligences like Mechanical Turk invert all that. The computer has a task that is easy for a human but extraordinarily hard for the computer. So instead of calling a computer service to perform the function, it calls a human.

<sup>28</sup> No original, “[...] the collective intelligence, skills, and insights from a global workforce to streamline business processes, augment data collection and analysis, and accelerate machine learning development. [...] While technology continues to improve, there are still many things that human

A dinâmica da relação entre a plataforma, os *turkers* e as empresas requerentes funciona da seguinte maneira: as empresas realizam o cadastro na plataforma e anunciam a tarefa que deve ser realizada, o modo como isso deve ocorrer, o tempo estimado, o número de pessoas que podem ser necessárias e o preço pago. Esta tarefa fica visível para os *turkers* cadastrados na plataforma, os quais podem optar por pegar ou não o trabalho. Quando a tarefa é aceita pelo trabalhador (considerado autônomo), este realiza o trabalho e envia para o requerente. Caso este último estiver de acordo com o trabalho executado e o pagamento é liberado. Se o trabalho for rejeitado, não é necessário que o requerente justifique o motivo, para além de marcar a opção “justa causa”, neste caso, o *turker* não recebe pela tarefa, mas ela fica sob a posse do requerente; acerca disto, a MTurk “afirma que não é responsável pelas condutas dos requerentes e trabalhadores e por resolver problemas entre ambos” (KALIL, 2019, p. 181-182).

O trabalho dos “turkers” é considerado por Gray e Suri (2019, p. 5) como um “*ghost work*” – trabalho fantasma. Isto está relacionado ao fato destes trabalhadores lidarem com tarefas que segundo o “senso comum” são “automatizadas”, por causa da utilização da inteligência artificial. Entretanto, para o funcionamento de qualquer IA, é necessária uma grande quantidade de trabalho humano para categorizar dados e formatar modelos de aprendizado de máquina (ML), ou seja, para treinar a IA.

Um dos aspectos mais caros e demorados da criação de seu modelo de aprendizado de máquina (ML) provavelmente é a geração de um conjunto de dados de alta qualidade. Muitas vezes, tudo o que você tem é um grande balde de dados brutos e não rotulados. Além disso, o processo de anotação manual de conjuntos de dados enormes pode ser a fase mais dolorosa de seu fluxo de trabalho de aprendizado de máquina. O *crowdsourcing* [terceirização coletiva] pode ser uma ótima maneira de minimizar os custos e o tempo necessário para coletar e anotar dados. O Amazon Mechanical Turk torna o acesso à inteligência humana simples, dimensionável e econômico. Neste workshop, saiba como usar o crowdsourcing [terceirização coletiva] para encontrar imagens estáticas que representem melhor as cenas de uma série de TV de sucesso, [...] e identificar e rotular

---

beings can do much more effectively than computers, such as moderating content, performing data deduplication, or research. Traditionally, tasks like this have been accomplished by hiring a large temporary workforce, which is time consuming, expensive and difficult to scale, or have gone undone. Crowdsourcing is a good way to break down a manual, time-consuming project into smaller, more manageable tasks to be completed by distributed workers over the Internet (also known as ‘microtasks’).

itens nessas imagens para treinar um modelo de ML<sup>29</sup>. (MECHANICAL..., 2018, tradução nossa).

A remuneração é determinada pelo requerente, respeitando os seguintes componentes:

- a) a taxa mínima é de US\$ 0,01 por atribuição ou tarefa;
- b) é paga uma taxa de 20% para a plataforma, em cima do que foi pago para os trabalhadores;
- c) caso o trabalho demande mais de 10 tarefas para ser finalizado, é pago uma taxa adicional de 20% sobre o valor total;
- d) se a tarefa exigir a qualificação de “mestre”, é pago um adicional de 5% ao *turker*;
- e) se for necessário a qualificação “premium”, o valor mínimo por tarefa é de US\$ 0,05, mais uma taxa adicional que varia de acordo com a tarefa realizada (PRICING, 2018).

Interessante notar que nem todos os trabalhadores cadastrados na plataforma recebem um salário monetário. Apenas os trabalhadores dos Estados Unidos, da Índia (mas não todos) e de mais 24 países que recebem desta forma, por meio de transferência bancária. Trabalhadores de outros países, como os brasileiros, recebem créditos para serem utilizados na loja virtual da Amazon dos Estados Unidos. Neste caso, a remuneração salarial efetiva dos trabalhadores brasileiros na plataforma é ainda menor, pois estes precisam vender os créditos recebidos (*gift cards*, ou, cartões-presente) em outros sites, como na *GameFlip*<sup>30</sup>. Entretanto, há uma defasagem entre o valor recebido e o preço de venda, por exemplo, um cartão-presente de US\$ 10 é vendido por, aproximadamente, US\$ 8,50; e como a transação é intermediada pela *Paypal*, ainda ocorre um desconto adicional de 8% (MORESCHI; PEREIRA; COZMAN, 2020, p. 60).

Na pesquisa realizada por Berg *et al.* (2019, p. xvi-xviii), nos anos de 2015 e 2017, tanto em países “desenvolvidos”, como nos países “em desenvolvimento”,

---

<sup>29</sup> No original, “One of the most expensive and time-consuming aspects of building your machine learning (ML) model is probably generating a high-quality dataset. Many times, all you have is a big bucket of raw, unlabeled data. Furthermore, the process of manually annotating massive datasets might be the most painful phase of your ML workflow. Crowdsourcing can be a great way to minimize the costs and the time it takes to collect and annotate data. Amazon Mechanical Turk makes accessing human intelligence simple, scalable, and cost-effective. In this workshop, learn how to use crowdsourcing to find still images to best represent scenes from a hit TV series [...] and identify and label items in those images to train an ML model.”.

<sup>30</sup> <https://gameflip.com/pt>.

contando com mais de 3.500 trabalhadores de 75 diferentes países que trabalham em 5 diferentes plataformas digitais, foi constatado que:

- a) a maior parte dos trabalhadores possuíam ensino superior ou alguma forma de ensino técnico (apenas 18% possuíam ensino médio ou um nível de ensino mais baixo), e entre os detentores de diploma, 57% eram especializados em ciência e tecnologia;
- b) as duas principais razões que levaram os trabalhadores para estas plataformas dizem respeito à complementação da renda (32%), e a preferência por trabalhar em casa (22%);
- c) a remuneração média, em 2017, foi de US\$4,43 por hora, quando considerado apenas o tempo de trabalho destinado à execução das tarefas; e de US\$3,31 por hora, quando considerado o tempo de trabalho que os *turkers* estavam disponíveis na plataforma, procurando trabalho – neste último, a mediana foi de US\$ 2,16 por hora;
- d) aproximadamente 66% dos trabalhadores estadunidenses ganharam menos do que o salário-mínimo federal (US\$7,25 por hora), e apenas 7% dos trabalhadores alemães ganharam mais que o salário-mínimo deste país (€8,84 por hora);
- e) em média, os trabalhadores gastaram 20 minutos em atividades não remuneradas para cada hora de trabalho remunerado, procurando tarefas, pesquisando clientes etc.;
- f) 58% relataram que a disponibilidade de tarefas era insuficiente;
- g) as tarefas mais comuns incluíam responder pesquisas e participar de experimentos (65%), acessar conteúdo em sites (46%), coletar dados (35%) e transcrever (32%), realizar a criação e edição de conteúdo (20%), e 8% estavam envolvidos em tarefas associadas ao treinamento de inteligência artificial, sendo que a maioria das micro tarefas são simples e repetitivas, e não coincidem com o alto nível de escolaridade dos trabalhadores das plataformas digitais;
- h) em média, os trabalhadores despendiam 24,5 horas por semana trabalhando, sendo 18,4 horas como trabalho remunerado e 6,1 horas em trabalho não remunerado.

É possível perceber que existe um contraste considerável entre o tempo de trabalho semanal dos trabalhadores de plataformas que realizam trabalhos “físicos”

(como os entregadores e motoristas), e os trabalhadores das plataformas digitais (como é o caso dos *turkers*). Por exemplo, no primeiro grupo, de acordo com os dados de Filgueiras e Lima (2020), a maior parte dos entrevistados trabalha mais de 50 horas por semana; enquanto os *crowdworkers* dispõem, em média, 24,5 horas da semana nas plataformas digitais. Isso se relaciona ao fato de que os primeiros tendem a ter o trabalho por aplicativo como a principal fonte de renda, enquanto a maior parte dos trabalhadores do outro grupo, utilizam as plataformas para complementar a renda.

O grau de escolaridade também é consideravelmente diferente, entretanto, em ambos os casos, os salários por hora trabalhada estão próximos, ou abaixo, do salário-mínimo estipulado por lei nos países. É possível depreender que nos casos dos trabalhadores que possuem sua única fonte de renda o trabalho de plataforma, existe uma tendência para compensar os salários mais baixos, trabalhando por mais tempo – “as baixas remunerações são condição essencial para a submissão dos trabalhadores a longas jornadas.” (FILGUEIRAS; ANTUNES, 2020, p. 36). Em relação aos trabalhadores que não possuem no trabalho de plataforma sua principal fonte de renda, estes utilizam o seu tempo de lazer para trabalharem. Consequentemente, o tempo destinado para o trabalho (na plataforma) é inferior ao de uma jornada de trabalho normal.

Para além disto, os *turkers* possuem maior flexibilidade para escolherem os trabalhos, entretanto, novamente, é uma autonomia limitada, tendo em vista que, conforme a pesquisa de Berg *et al.* (2019), 58% dos entrevistados relataram que a disponibilidade das tarefas era insuficiente, isto acaba sendo um elemento que pressiona os trabalhadores a aceitarem trabalhos que pagam uma baixa remuneração. De acordo com Grohmann (2020, p. 113),

As dinâmicas de plataformização do trabalho em geral envolvem, de acordo com relatório de Huws *et al.* (2019) sobre 13 países europeus, trabalho precário, redução da autonomia do trabalhador (em geral, não chamado de trabalhador, mas de ‘contratado independente’) e flexibilidade somente para o empregador. Dessa forma, podemos considerar que, em suas diversas tipologias, a plataformização do trabalho combina duas dimensões essenciais: a dataficação das atividades de trabalho e a totalização da racionalidade neoliberal [...].

Neste sentido, tanto os trabalhadores das plataformas que executam tarefas online, como aqueles que realizam trabalhos “presencialmente”, apresentam um

grau limitado de autonomia e flexibilidade em seus trabalhos. Isto decorre do fato de existir um certo controle velado das plataformas sobre os trabalhadores cadastrados, seja por meio da dinâmica das bonificações e punições, visível nas plataformas de trabalho “presencial”, ou nas plataformas de trabalho digital.

#### 4.3 CONSIDERAÇÕES PARCIAIS: AS NOVAS TECNOLOGIAS E AS NOVAS RELAÇÕES DE TRABALHO

Ao abordar as novas tecnologias que são consideradas o núcleo duro da Indústria 4.0, como a *blockchain*, Internet das Coisas (IoT), Sistemas de Produção Ciber-Físicos (SPCF), a Inteligência Artificial (IA), *Machine Learning (ML)* e a *big data*, constatou-se que a origem delas está relacionada ao desenvolvimento de tecnologias que surgiram no século passado, como a internet e o computador moderno. Para além disto, observou-se que as novas tecnologias estão em processo de estruturação, algumas com limitações concretas no que tange a viabilidade econômica, evidenciando um distanciamento entre as possíveis promessas das novas tecnologias e o estado real de desenvolvimento destas. Isso pode ser percebido no caso da *TradeLens*, a qual prometia reduzir os custos de logística com a aplicação da tecnologia *blockchain*, entretanto, após 4 anos de investimentos, foi desativada, tendo em vista que ela não obteve viabilidade econômica. Outro exemplo, é a dificuldade de implementação dos SPCF, pois como argumentam Leitão *et al.* (2016b), é necessário a criação de protocolos internacionalmente padronizados, todavia isto ainda está longe de ser realidade.

Isso não significa que essas tecnologias não representam algo novo no que tange ao desenvolvimento das forças produtivas, mas parece que elas estão mais próximas, no momento presente, de um aprofundamento da 3RI, ao invés de representarem uma ruptura com esta. A literatura relaciona o desenvolvimento das novas tecnologias com o surgimento de novas relações de trabalho e, na visão sustentada por Schwab (2016, p. 44), argumenta-se que os trabalhadores dessa nova era da produção não vão mais precisar lidar com as dificuldades de um trabalho comum, tendo autonomia para trabalhar, quando, quanto e como quiserem, ou seja, o trabalho flexível é visto como uma forma de libertação dos trabalhadores. Para o Banco Mundial (2019), a flexibilidade é apontada como uma *necessidade*; de acordo com este, a 4RI irá transformar as tecnologias digitais, conjuntamente os

métodos produtivos e os objetivos empresariais, desse modo, irá requisitar novas qualidades dos trabalhadores, como maior flexibilidade e contratos mais curtos.

Na visão do Banco Mundial, o desenvolvimento das novas tecnologias exige mudanças na regulação do trabalho,

O exame minucioso das proteções trabalhistas da era industrial deve ser acompanhado de uma avaliação das leis rígidas, possivelmente ultrapassadas, sobre acordos de trabalho. [...] As empresas poderiam ter mais flexibilidade no gerenciamento de seus recursos humanos. [...] A abordagem atual em muitos países, no entanto, coloca muito desse ônus sobre as empresas e não o suficiente diretamente sobre o Estado”<sup>31</sup>. (BANCO MUNDIAL, 2019, p. 127, tradução nossa).

Isso não configura um novo ponto de vista, pois de acordo com o relatório de 1990 do Fundo Monetário Internacional,

Medidas que eliminem o uso ineficiente de recursos e permitam um ajuste mais rápido à inovação tecnológica e às mudanças nos preços relativos. Essas medidas eliminam a rigidez que impede a mobilidade dos recursos – como barreiras institucionais ou regulatórias à mobilidade da mão de obra – e eliminam as distorções de preços e os impostos que distorcem as decisões privadas de poupança e investimento<sup>32</sup>. (FUNDO MONETÁRIO INTERNACIONAL, 1990, p. 13, tradução nossa).

Ambos os relatórios podem ser utilizados para justificar a necessidade de flexibilizar o trabalho. A flexibilização do trabalho, como foi discutido na seção 3.4, significa, de modo geral, maior liberdade para o empregador em escolher como alocar a força de trabalho, com um maior número de tarefas por trabalhador (trabalhador “multifuncional”), no aproveitamento não apenas dos músculos dos trabalhadores, mas da capacidade de pensamento e planejamento destes. Para além disto, a flexibilização do trabalho também abrange a flexibilização dos contratos de trabalho e o modo como os trabalhadores são remunerados.

A flexibilização do trabalho é levada ao extremo pelas empresas de plataformas, tendo em vista que neste caso os trabalhadores não possuem direitos

---

<sup>31</sup> No original: Scrutiny of industrial-era employment protections should be accompanied by an assessment of rigid, possibly outdated, laws on work arrangements. [...] Firms could be given more flexibility in managing their human resources [...] The current approach in many countries, however, places too much of this burden on firms and not enough directly on the state.

<sup>32</sup> No original: Measures that eliminate the inefficient use of resources and allow more rapid adjustment to technological innovation and changes in relative prices. Such measures remove rigidities impeding the mobility of resources – such as institutional or regulatory barriers to the mobility of labor – and eliminate price distortions and taxes that distort private saving and investment decisions.

trabalhistas, e não são considerados como empregados destas empresas, mas prestadores de serviços. Com isso, a regulação do trabalho não atinge estas empresas e, como os trabalhadores são pagos por demanda, em muitos casos, estes acabam recebendo, menos do que um salário-mínimo por hora de trabalho.

A partir disso, Filgueiras (2021, p. 66) ressalta que o atual discurso sobre o impacto do desenvolvimento tecnológico nas transformações das relações trabalhistas não é novo, e possui aspectos similares em relação ao utilizado na década de 1980/90, quando era apontado que “a qualificação dos trabalhadores e a ‘flexibilização’ da legislação são as chaves para evitar a eliminação de postos de trabalho e garantir boas ocupações”. Em vista disso, a flexibilização do trabalho permanece como um elemento central na narrativa sobre as modificações nas relações de trabalho, e é um fator que beneficia mais os empregadores do que os empregados, pois, como foi apontado, estas empresas encontram mecanismos de controlar o trabalho, seja por meio do algoritmo, ou com o pagamento de baixos valores por tarefas realizadas, impelindo os trabalhadores a estenderem suas jornadas de trabalho.

[...] no que diz respeito ao trabalho, a inovação da *gig-economy* [economia de bicos] é um mito. O software e o hardware nos quais os aplicativos e as plataformas se baseiam, costumam ser o resultado direto de inovações e descobertas realmente revolucionárias, desde o GPS e a Internet até o processador potente que cabe na palma da sua mão. No entanto, ao contrário do que afirma o setor, o modelo de negócios subjacente é qualquer coisa, menos novo. Tarefas de baixa qualificação em vez de empregos complexos; intermediários poderosos controlando grandes forças de trabalho; arranjos híbridos entre mercado aberto e hierarquias fechadas: a economia *gig* é apenas o exemplo mais recente (e talvez o mais extremo) de um mercado de trabalho que existe há séculos<sup>33</sup>. (PRASSL, 2018, p. 154-155, tradução nossa).

Como foi discutido na seção 4.2, estão surgindo novas formas precárias de trabalho, com inúmeros conceitos que buscam explicá-las. Apesar da peculiaridade de cada conceito, estes possuem um denominador em comum: as empresas estabelecem determinadas formas de controlar e organizar o trabalho, por meio da

---

<sup>33</sup> No original: [...] as far as work is concerned, gig-economy innovation is a myth. The software and hardware on which apps and platforms draw are often the direct result of truly revolutionary innovation and breakthroughs, from GPS and the Internet, to powerful processor that fit into the palm of your hand. Contrary to the industry's claims, however, the underlying business model is anything but novel. Low-skill tasks instead of complex jobs; powerful intermediaries controlling large workforces; hybrid arrangements between open market and closed hierarchies: the gig economy is but the latest (and perhaps the most extreme) example of labour-market that have been around for centuries.

intermediação das plataformas digitais. De acordo com Abílio (2020), as empresas-aplicativo deram concretude e visibilidade para uma nova forma de gerenciar e controlar o trabalho, talhando um “novo” tipo de trabalhador, denominado *just-in-time*. Este conceito faz referência ao Sistema Toyota de Produção e está relacionado à ideia de produzir exatamente o necessário, com estoque mínimo; no caso do trabalhador, isto significa que este realiza tarefas na exata medida em que elas são demandadas e ele é pago exclusivamente pelo trabalho executado – é semelhante ao salário por peça mencionado por Marx (2013).

Isso não significa que as novas relações de trabalho visualizadas na economia de plataforma sejam idênticas aquelas que surgiram na década de 1970. Entretanto, as novas formas de trabalho são parte das transformações no mundo do trabalho que ganharam força a partir da década de 1970 e 1980, relacionadas ao surgimento de novas tecnologias advindas da 3RI, com modificações na organização do capital a nível global, vide reestruturação flexível e neoliberalismo. As novas formas de trabalho são fruto de um processo que se desenvolveu nos últimos 50 anos e não são consequência de apenas um único fator, como o desenvolvimento tecnológico. Como é ressaltado por Filgueiras (2021, p. 78), a utilização das forças produtivas está inserida em uma conjuntura política que abarca diferentes formas de desenvolvimento e regimes de acumulação de capital que vão implicar em múltiplas possibilidades de regulação da força de trabalho.

As novas empresas de plataforma são resultado deste processo de reestruturação, e através das novas tecnologias conseguem aprofundar o movimento de flexibilização do trabalho. A promessa de autonomia e empoderamento dos trabalhadores, ou o discurso de substituição de trabalhos repetitivos e monótonos pela IA não encontra respaldo na realidade, pelo contrário, ao observar as condições de trabalho em empresas como a Uber e a MTurk, fica evidente a capacidade do capital de combinar avanço tecnológico com precarização do trabalho.

## 5 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foram analisadas as modificações que estão ocorrendo nas relações de trabalho no capitalismo contemporâneo – marcado pelo desenvolvimento da Indústria 4.0. Antes de adentrar na análise em si, foram abordados os aspectos gerais do sistema capitalista. O alicerce teórico utilizado foi a teoria marxiana para subsidiar tanto a análise do modo de produção capitalista, como a relação entre empresários e trabalhadores de modo geral. Neste sentido, foram desenvolvidas algumas categorias que são importantes para compreender a dinâmica do capitalismo, o estudo da maquinaria e da Indústria 4.0, como força de trabalho, mais-valor absoluto, mais-valor relativo, acumulação de capital e taxa de lucro.

Inicialmente, foi apontado que a utilização da maquinaria pelos capitalistas deriva da busca destes em ampliar a exploração dos trabalhadores (aumentar o mais-valor relativo), e para sobreviverem à concorrência contra outros capitais. Para investigar o impacto concreto que o desenvolvimento da maquinaria teve nas relações de trabalho, foi averiguado o avanço das forças produtivas na 1RI, 2RI e 3RI, e a transformação ocorrida nas relações de trabalho nestes períodos.

A Primeira Revolução Industrial é um momento especial da história do sistema capitalista, pois marcou a passagem da produção domiciliar para a produção fabril, com a mecanização, principalmente, do setor têxtil. A mudança do local de produção diz respeito ao surgimento do capitalista industrial. Este, no esforço de aumentar o seu lucro, busca reduzir os custos de produção, através da utilização de máquinas e equipamentos mais eficientes, e, ao mesmo tempo, estabelecer um controle minucioso sobre o trabalho, marcado pela supervisão e disciplina militar.

Isso se relaciona à passagem da subsunção formal para a subsunção real do trabalho ao capital. Esta questão – o controle do capital sobre o trabalho – é essencial para o estudo das relações de trabalho, tendo em vista que é um elemento constituinte da passagem do trabalho domiciliar para o fabril, e permanece como um fator fundamental para o capital no atual estágio de desenvolvimento das forças produtivas. Isto ocorre, pois, como argumentou Edwards (1979, p. 12), o trabalho é uma potencialidade que deve ser efetivada, e quando o capitalista compra a força de trabalho por um determinado período, é necessário que esta seja utilizada produtivamente. Disto deriva a existência de interesses contrários: enquanto os

trabalhadores almejam trabalhar o mínimo possível, os capitalistas buscam utilizar ao máximo a força de trabalho e, para que isso seja alcançado, é necessário o controle rigoroso do capital sobre o trabalho.

Na época da 1RI existiam poucas limitações legais acerca da regulação do trabalho, por causa disto, verifica-se uma grande variabilidade nos relatos acerca da extensão das jornadas daquele período. Basso (2018, p. 181) constatou um considerável aumento na jornada de trabalho entre meados do século XV até meados do século XIX. Marx (2013) apontou que os estatutos ingleses do século XVI ao XVIII prolongaram a jornada de forma compulsória. Hopkins (1982) defendeu que não houve aumento do tempo de trabalho nas regiões mais industrializadas do país ao longo da 1RI, entretanto, como o próprio autor ressaltou, ocorreu um aumento da jornada de trabalho no setor têxtil. Desse modo, foi observado um aumento da jornada de trabalho no setor que liderou o desenvolvimento tecnológico da 1RI, em conjunto com o maior controle do capital sobre o trabalho. O aumento da jornada de trabalho em paralelo com a revolução nas forças produtivas, é um fato histórico que serve para desmistificar a tese de que o avanço da tecnologia resulta, inexoravelmente, na redução da jornada de trabalho.

A 2RI foi marcada pela concentração de capital, com o surgimento de grandes oligopólios mundiais. Dentro das inúmeras inovações que marcaram este período, merece destaque o advento da eletricidade, como substituta da energia à vapor nas fábricas, possibilitando uma organização mais racional do espaço produtivo na fábrica, como é destacado por Devine (1983, p. 64, tradução nossa), “o maquinário agora podia ser disposto no chão de fábrica de acordo com a sequência natural das operações de fabricação, minimizando o manuseio de material”<sup>1</sup>. Para além disto, Taylor e Ford representaram mudanças significativas na organização da produção. O primeiro, buscou estabelecer regras para o ambiente produtivo, compreendendo que o processo de produção deve ser organizado com rigor científico, subsumindo o saber empírico dos trabalhadores às normas e fórmulas sistematicamente verificadas. O fordismo pode ser entendido como uma extensão dos ensinamentos de Taylor, pois utiliza-se dos princípios científicos deste, e aprofunda o controle sobre o trabalho através da utilização de máquinas, como a esteira-rolante.

---

<sup>1</sup> No original: Machinery could now be arranged on the factory floor according to the natural sequence of manufacturing operations, minimizing handling of material.

Tanto o taylorismo, como o fordismo, almejou e conseguiu estabelecer um maior controle sobre a jornada de trabalho, resultando na intensificação desta. Isto está de acordo com os dados sobre a rotatividade do trabalho na Ford Company que alcançou 378% ao ano (enquanto a média da região era de 200%), em 1913. Por outro lado, diferentemente do que foi percebido na 1RI, de acordo com os dados de Basso (2018, p. 183-188), ocorreu uma diminuição na jornada de trabalho nos países mais avançados, tendo como referência o início da 2RI até meados de 1950.

O desenvolvimento tecnológico da 3RI foi marcado pelo advento do computador moderno e do Controle Numérico. Estas novas tecnologias potencializaram um processo que já estava em andamento: a reestruturação produtiva com a ampliação do grau de automação, com raízes no Sistema Toyota de Produção, balizada pelo *just-in-time* e pela automação. Essa nova forma de organizar a produção transformou o trabalhador uni-funcional em multifuncional, e conseguiu incorporar a capacidade de pensar dos trabalhadores no processo produtivo. Como foi destacado, o processo de apropriação dos pensamentos dos trabalhadores é uma forma de intensificar o trabalho.

Ao observar as principais economias do mundo, no período de 1975-1987, é possível verificar um aumento das horas trabalhadas em alguns países, por exemplo, 3,5% nos Estados Unidos, e 7% no Japão. Na Grã-Bretanha, Alemanha e Itália, ocorreu uma pequena variação: redução de 0,2% na primeira, e de 0,8% na segunda, enquanto na Itália foi verificado um crescimento de 1,3%. A exceção mais significativa, foi a França, onde verificou-se uma queda de 7,5% na duração média da jornada de trabalho. Ao mesmo tempo, ocorreu uma mudança na relação observada entre o aumento da produtividade e o crescimento dos salários reais que marcou o período de 1945-1973. Tendo como base a economia norte-americana, Mishel e Cooper (2015) constataram que a produtividade do trabalho cresceu em torno de 74,4% entre 1973-2013, enquanto a remuneração real por hora de trabalho (dos trabalhadores do setor privado norte-americano, sem cargo de gerência) aumentou apenas 9,2%.

No capítulo 4, foram apresentadas as novas tecnologias que são consideradas o núcleo duro da Indústria 4.0, como a blockchain, Internet das Coisas (IoT), Sistemas de Produção Ciber-Físicos (SPCF), a Inteligência Artificial (IA), Machine Learning (ML) e a big data. A IA pode ser definida como uma subárea da ciência da computação, que estuda o desenvolvimento de sistemas de

processamento de dados, com funções associadas à inteligência humana, como raciocínio e aprendizado (ISO/IEC/IEEE, 2017); conforme Johnson e Markey-Towler (2021, p. 97), a IA é a tecnologia mais antiga da 4RI. A ML é considerada uma subdivisão dentro da IA, importante para o processo de desenvolvimento desta, tendo em vista que através dela ocorre o processo de aprendizado das máquinas, e os dados servem de matéria-prima – por isso a importância da big data. Como a IA tende a ser diretamente relacionada à automatização de processos, supondo que ela substitui ou exclui o trabalho humano de modo geral, é importante salientar que existe um trabalho considerável de refinamento dos dados, antes que estes possam ser utilizados, como a rotulagem e padronização (PERES *et al.*, 2020, p. 220133-220135).

O conceito de IoT diz respeito à capacidade de conectar diversos aparelhos na internet, tornando estes “inteligentes”. Os SPCF utilizam da infraestrutura da IoT para poderem funcionar, e objetivam integrar o mundo virtual com o real, para facilitar possíveis modificações no âmbito da produção, de forma mais rápida e menos custosa, tornando o processo produtivo mais flexível. A tecnologia blockchain está diretamente vinculada ao trabalho de Haber e Stornetta (1991), e busca resolver o problema da confiabilidade dos arquivos digitais, por meio de uma cadeia de registros. Para além disso, ela é geralmente apresentada, pela literatura, como uma tecnologia disruptiva, que supostamente irá revolucionar a forma de transacionar.

Entretanto, como foi discutido, todas estas tecnologias que foram apresentadas e integram o âmago da Indústria 4.0, ainda estão em etapa de estruturação, evidenciando uma grande fissura entre o que é defendido como as possíveis aplicações destas novas tecnologias, e a efetiva utilização destas. Isso é percebido na utilização da tecnologia blockchain na plataforma TradeLens, que se mostrou economicamente não rentável; nas limitações dos SPCF, por causa da escassez de dados padronizados; e da necessidade de trabalho humano para rotular e refinar os dados que servem como matéria-prima indispensável para o treinamento das IA.

Por outro lado, estas tecnologias estão servindo como justificativa para a implementação de “novas” modalidades de trabalho consideradas flexíveis. Tanto Schwab (2016), como o Banco Mundial (2019), defendem que as novas tecnologias resultam em novos tipos de trabalhos com maior autonomia para os trabalhadores.

Entretanto, a flexibilização do trabalho representa, na prática, maior liberdade para os empresários escolherem como utilizar a força de trabalho, inclusive, com maior controle sobre esta, não o contrário. Este processo pode ser verificado nos exemplos das empresas de plataformas analisados, como a Uber, iFood, Amazon Mechanical Turk e Deliveroo.

Ao observar as condições de trabalho das empresas de plataforma que precisam dos trabalhadores em determinado local, foi possível constatar que elas possuem mecanismos de controlar os trabalhadores por meio do algoritmo, através da aplicação de punições, caso eles recusem uma certa quantidade de serviços, ou se ficarem um determinado período sem entrarem nos aplicativos. Apesar destas penalizações não serem verificadas nas plataformas de trabalho digital, como é o caso da MTurk, o baixo valor pago aos *turkers* é uma forma de pressionar os trabalhadores a realizarem uma maior quantidade de tarefas.

Para além disso, o pagamento por demanda, como é denominado o trabalho nestas plataformas, configura uma modalidade de salário por peça. Com isso, o problema levantado por Edwards (1979), dos capitalistas transformarem o trabalho potencial em efetivo acaba sendo parcialmente superado, pois nesta modalidade o trabalhador recebe apenas pelo trabalho que é efetivo, desse modo, é do interesse do trabalhador executar a maior quantidade de trabalho.

Como foi demonstrado, as “novas” relações de trabalho não podem ser explicadas de forma unicausal, são fruto de um processo de reestruturação do capital a nível mundial, conhecido como reestruturação flexível, que teve início na década de 1970, e possui raízes no Sistema Toyota de Produção. Este processo engloba alterações no âmbito das políticas econômicas dos estados nacionais, através da adoção de políticas neoliberais, e de uma nova regulação jurídica sobre as relações de trabalho. A promessa de autonomia para os trabalhadores, ou o discurso de substituição de trabalhos repetitivos e monótonos pela Inteligência Artificial, não encontra respaldo na realidade, pelo contrário, ao verificar as condições de trabalho em empresas de plataforma, percebe-se que a precarização do trabalho é combinada com o desenvolvimento tecnológico. Isso significa que as transformações tecnológicas estão sendo absorvidas pelas estruturas sociais e, ao invés de revolucionar a sociedade, acabam reforçando as desigualdades existentes. Por último, o fato do avanço das forças produtivas ser um problema em nossa sociedade, evidencia uma grave contradição do sistema capitalista.

## REFERÊNCIAS

ABÍLIO, Ludmila Costhek. Uberização: gerenciamento e controle do trabalhador *just-in-time*. In: ANTUNES, Ricardo (org). **Uberização, trabalho digital e indústria**. São Paulo: Boitempo, 2020. p. 111-124.

ACCESS global, on-demand, 24x7 workforce. **MTurk**, 2023. Disponível em: <https://www.mturk.com/>. Acesso em: 24 jul. 2023.

ADEBAYO, Adelaja Oluwaseun; CHAUBEY, Mani Shanker; NUMBU, Levis Petiho. Industry 4.0: The fourth industrial revolution and how it relates to the application of internet of things (IoT). **Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies**, Turkey, v. 5, n. 2, p. 2477-2482, 2019. Disponível em: <http://www.jmess.org/wp-content/uploads/2019/02/JMESSP13420504.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2023.

ANTUNES, Ricardo. **Adeus ao trabalho?** Ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho. São Paulo: Cortez, 2006.

ANTUNES, Ricardo. **Os sentidos do trabalho**: ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho. São Paulo: Boitempo, 2010.

ANTUNES, Ricardo. Século XXI: nova era da precarização estrutural do trabalho. In: ANTUNES, Ricardo; BRAGA, Ruy (org.). **Infoproletários**: degradação real do trabalho virtual. São Paulo: Boitempo, 2009. p. 231-238.

ARAÚJO, Elizeu. Serra. A composição do capital: uma sugestão de interpretação. **Crítica Marxista**, Campinas, n. 44, p. 87-107, 2017. Disponível em: [https://www.ifch.unicamp.br/criticamarxista/arquivos\\_biblioteca/artigo2017\\_10\\_01\\_17\\_52\\_31.pdf](https://www.ifch.unicamp.br/criticamarxista/arquivos_biblioteca/artigo2017_10_01_17_52_31.pdf). Acesso em: 24 jul. 2023.

ARONOWITZ, Stanley; DIFAZIO, William. **The jobless future**. Minnesota: University of Minnesota Press, 1996.

BANCO MUNDIAL. **The Changing Nature of Work**: World Development Report 2019. Washington, World Bank, 2019. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2019>. Acesso em: 24 de jul. 2023.

BANCO MUNDIAL. **GDP growth (annual %)**: Japan. Washington: World Bank, 2023a. (Economic Policy & Debt: National accounts: Growth rates). Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?end=1987&locations=JP&start=1961>. Acesso em: 3 de ago. 2023.

BANCO MUNDIAL. **Inflation, consumer prices (annual %) - Japan**. Financial Sector: Exchange rates & price. Washington: World Bank, 2023b. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/FP.CPI.TOTL.ZG?end=1989&locations=JP&start=1960>. Acesso em: 03 ago. 2023.

BASSO, Pietro. **Tempos modernos, jornadas antigas**: vidas de trabalho no início do século XXI. São Paulo, Campinas: Editora da UNICAMP, 2018.

BERG, Janine *et al.* **Digital labour platforms and the future of work.** Towards decent work in the online world. Geneva: International Labour Office, 2018. Disponível em: [https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS\\_645337/lang-en/index.htm](https://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_645337/lang-en/index.htm). Acesso em: 24 jul. 2023.

BOMFIM, Ricardo. Exportadores de café começam a usar blockchain para ganhar eficiência. **Valor Econômico**, 3 out. 2022. Disponível em: <https://valor.globo.com/financas/criptomoedas/noticia/2022/10/03/exportadores-de-cafe-comecam-a-usar-blockchain-para-ganhar-eficiencia.ghtml>. Acesso em: 29 jun. 2023.

BRAVERMAN, Harry. **Trabalho e capital monopolista:** a degradação do trabalho no século XX. Rio de Janeiro: LTC, 1987.

BROUSSARD, Meredith. **Artificial Unintelligence:** How Computers Misunderstand the World. Cambridge: MIT Press, 2019.

BULLOCK, Paul; YAFFE, David. Inflation, the crisis and the post-war boom. **Revolutionary Communist**, London, v. 3, n. 4, p. 5-45, 1975. Disponível em: <https://www.econbiz.de/Record/revolutionary-communist-theoretical-journal-of-the-revolutionary-communist-group/10000353822>. Acesso em: 24 jul. 2023.

BLS. **Unemployment rate 3.4 percent in April 2023.** Washington: U.S. Bureau of Labor Statistics, 2023. Disponível em: <https://www.bls.gov/opub/ted/2023/unemployment-rate-3-4-percent-in-april-2023.htm>. Acesso em: 02 ago. 2023.

CARNE e osso (1h05min49s). Direção: Caio Cavechini e Carlos Juliano Barros. **Repórter Brasil**, 28 fev. 2011. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=887vSql35i8&t>. Acesso em: 04 ago. 2023.

CEBRAP. **Mobilidade urbana e logística de entregas:** um panorama sobre o trabalho de motoristas e entregadores com aplicativos. São Paulo: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento Cebrap, 2023. Disponível em: [https://content.news.ifood.com.br/uploads/2023/05/Relatorio-Completo\\_Pesquisa-CEBRAP-Amobitec\\_2023-1.pdf](https://content.news.ifood.com.br/uploads/2023/05/Relatorio-Completo_Pesquisa-CEBRAP-Amobitec_2023-1.pdf). Acesso em: 25 jul. 2023.

CHANDLER, Alfred. **The Visible Hand:** The Management Revolution in American Business. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1999.

CNI. **A indústria e o Brasil:** uma agenda para crescer mais e melhor. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2010. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2012/09/a-industria-e-o-brasil-uma-agenda-para-crescer-mais-e-melhor/>. Acesso em: 24 jul. 2023.

CNI. **Relações trabalhistas no contexto da indústria 4.0.** Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2017. Disponível em: [https://conexaotrabalho.portaldaindustria.com.br/media/publication/files/Relacoes\\_trabalhistas\\_web.pdf](https://conexaotrabalho.portaldaindustria.com.br/media/publication/files/Relacoes_trabalhistas_web.pdf). Acesso em: 24 jul. 2023.

COOPER, David; MISHEL, Lawrence. **The erosion of collective bargaining has widened the gap between productivity and pay**. Washington: Economic Policy Institute, 2015. Disponível em: <https://www.epi.org/publication/collective-bargainings-erosion-expanded-the-productivity-pay-gap/>. Acesso em 24 jul. 2023.

CORIAT, Benjamin. **Pensar pelo avesso**. Rio de Janeiro: Revan, 1994.

DAL ROSSO, Sadi. **Mais trabalho!** A intensificação do labor na sociedade contemporânea. São Paulo: Boitempo, 2008.

DE STEFANO, Valerio. The rise of the just-in-time workforce: On-demand work, crowdwork, and labor protection in the gig-economy. **Comparative Labor Law & Policy Journal**, United States, v. 37, n. 3, p. 471-532, 2015. Disponível em: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=2682602](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2682602). Acesso em: 24 jul. 2023.

DEANE, Phyllis. **A revolução industrial**. Rio de Janeiro: Zahar, 1969.

DENIS, Jérôme. A invisibilidade do trabalho de dados. *In*: GROHMANN, Rafael (org). **Os laboratórios do trabalho digital**: entrevistas. São Paulo: Boitempo, 2021. p. 173-175.

DEVINE, Warren. From Shafts to Wires: Historical Perspective on Electrification. **The Journal of Economic History**, United Kingdom, v. 43, n. 2, p. 347–372, 1983. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2120827>. Acesso em: 25 abr. 2023.

DOBB, Maurice. **A Evolução do Capitalismo**. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.

EDWARDS, Richard. **Contested terrain**: the transformation of the workplace in the twentieth century. New York: Basic Books, 1979.

ENGELS, Friedrich. **Dialética da natureza**. São Paulo: Boitempo, 2020.

ÉSQUILO. **Prometeu Acorrentado**. São Paulo: FTD, 2005.

ESTRADA-JIMENEZ, Luis Alberto *et al*. Integration of cutting-edge interoperability approaches in cyber-physical production systems and industry 4.0. *In*: REA, Pierluigi *et al* (org.). **Design, Applications, and Maintenance of Cyber-Physical Systems**. Hershey: IGI Global, 2021, p. 144-172. Disponível em: <https://www.igi-global.com/chapter/integration-of-cutting-edge-interoperability-approaches-in-cyber-physical-production-systems-and-industry-40/281772>. Acesso em: 24 jul. 2023.

EVOLUÇÃO do peso do frango abatido em 25 anos. **Notícias Agrícolas**, 8 abr. 2009. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/granjeiros/43007-evolucao-do-peso-do-frango-abatido-em-25-anos.html>. Acesso em: 24 jul. 2023.

FARIA, Maria da Graça Druck de. **Terceirização**: (des) fordizando a fábrica, um estudo de complexo petroquímico da Bahia. 1995. 271f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais), Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual

de Campinas, Campinas, 1995. Disponível em:  
<https://hdl.handle.net/20.500.12733/1583057>. Acesso em: 3 jun. 2023.

FEDERAL RESERVE BANK OF ST. LOUIS - FRED. **Capacity Utilization: Manufacturing**. Saint Louis: FRED, 2023. Disponível em:  
<https://fred.stlouisfed.org/series/CUMFNS>. Acesso em: 03 ago. 2023.

FILGUEIRAS, Vitor. “**É tudo novo**”, **de novo**: as narrativas sobre grandes mudanças no mundo do trabalho como ferramenta do capital. São Paulo: Boitempo, 2021.

FILGUEIRAS, Vitor; ANTUNES, Ricardo. Plataformas digitais, uberização do trabalho e regulação no capitalismo contemporâneo. Niterói: **Revista Contracampo**, v. 39, n. 1, 2020. Disponível em:  
<https://periodicos.uff.br/contracampo/article/view/38901>. Acesso em 23 jul. 2023.

FILGUEIRAS, Vitor; LIMA, Uallace. **Levantamento sobre o Trabalho dos Entregadores por Aplicativos no Brasil**. Salvador: Universidade Federal da Bahia (UFBA), 2020. Disponível em: <http://abet-trabalho.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Relato%CC%81rio-de-Levantamento-sobre-Entregadores-por-Aplicativos-no-Brasil.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2023.

FONSECA FILHO, Clézio. **História da computação**: o caminho do pensamento e da tecnologia. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

FORD, Henry. **Os princípios da prosperidade**: minha vida e minha obra, hoje e amanhã. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2012.

FREY, Carl Benedikt. **The technology trap**: capital, labor, and power in the age of automation. Princeton: Princeton University Press, 2018.

FURTADO, Celso. **Teoria e política do desenvolvimento econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

FMI. **Annual Report**. Washington: FMI, 1990. Disponível em:  
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/ar/archive/pdf/ar1990.pdf>. Acesso em 28 jul. 2023.

GONSALES, Marco. Indústria 4.0: empresas plataformas, consentimento e resistência. *In*: ANTUNES, Ricardo (org). **Uberização, trabalho digital e indústria**. São Paulo: Boitempo, 2020, p. 125-137.

GORZ, André. **Adeus ao proletariado: para além do socialismo**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.

GORZ, André. **O imaterial**: conhecimento, valor e capital. São Paulo: Annablume, 2005.

GRAMSCI, Antônio. **Americanismo e fordismo**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2017 (Cadernos do cárcere, v. 4). (epub). Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=4950813&forceview=1>. Acesso em 24 de jul. 2023.

GRAY, Mary; SURI, Siddharth. **Ghost work**: How to stop Silicon Valley from building a new global underclass. New York: Houghton Mifflin Harcourt, 2019. Disponível em: <https://www.oecd-forum.org/posts/ghost-work-how-to-stop-silicon-valley-from-building-a-new-global-underclass>. Acesso em: 23 jul. 2023.

GREVE, Fabíola *et al.* Blockchain e a Revolução do Consenso sob Demanda. **Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC) - Minicursos, 2018**. Disponível em : <http://143.54.25.88/index.php/sbrccminicursos/article/view/1770>. Acesso em 24 jul. 2023.

GROHMANN, Rafael. Plataformização do trabalho: entre a dataficação, a financeirização e a racionalidade neoliberal. **Revista Eptic Online**, v. 22, n. 1, p. 106-122, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufs.br/epitic/article/view/12188>. Acesso em: 24 jul. 2023.

GUGIK, Gabriel. A história dos computadores e da computação. **Tecmundo**, 15 set. 2012. Disponível em: [https://iow.unirg.edu.br/public/profarqs/2804/0272700/1.A\\_Historia\\_dos\\_computadores\\_e\\_da\\_computacao\\_-\\_imprimir.pdf](https://iow.unirg.edu.br/public/profarqs/2804/0272700/1.A_Historia_dos_computadores_e_da_computacao_-_imprimir.pdf). Acesso em: 12 mai. 2023.

HABER, Stuart; STORNETTA, Scott. How to time-stamp a digital document. **Journal of Cryptology**, United States, v. 3, n. 2, p. 99-111, 1991. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00196791>. Acesso em: 24 jul. 2023.

HARLEY, Knick. Ocean Freight Rates and Productivity, 1740-1913: The Primacy of Mechanical Invention Reaffirmed. **The Journal of Economic History**, England, v. 48, n. 4, p. 851–876, 1988. <http://www.jstor.org/stable/2121620>. Acesso em: 25 abr. 2023.

HARVEY, David. **A condição pós-moderna**. Uma Pesquisa sobre as Origens da Mudança Cultural. São Paulo: Loyola, 2008.

HARVEY, David. **O neoliberalismo**. História e implicações. São Paulo: Loyola, 2011.

HARVEY, David. **Spaces of hope**. Berkley: University of California Press, 2000.

HERMANN, Mario. *et al.* Design principles for Industrie 4.0 scenarios: a literature review. **Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)**, Koloa, HI, USA, 2016, pp. 3928-3937. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7427673>. Acesso em: 24 jul. 2023.

HERSHKO, Rotem. A.P. Moller - Maersk and IBM to discontinue TradeLens, a blockchain-enabled global trade platform. **Maersk**, 29 nov. 2022. <https://www.maersk.com/news/articles/2022/11/29/maersk-and-ibm-to-discontinue-tradelens>. Acesso em: 29 jun. 2023.

HESÍODO. **Os trabalhos e os dias**. Curitiba: Segesta, 2012.

HIRSCH, Barry; MACPHERSON, David A; VROMAN, Wayne. Estimates of union density by state. **Monthly Labor Review**, United States, v. 124, n. 7, p. 51-55, 2001. Disponível em: <https://www.bls.gov/opub/mlr/2001/07/ressum2.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2023.

HOBBSAWM, Eric. **A era das revoluções: 1789-1848**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2005.

HOBBSAWM, Eric. **Da revolução industrial inglesa ao imperialismo**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000.

HOPKINS, Eric. Working hours and conditions during the Industrial Revolution: A re-appraisal. **Economic History Review**, United Kingdom, v. 35, n. 1, p. 52-66, 1982. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2595103>. Acesso em: 24 jul. 2023.

IORA, Italo Matheus Leporassi. **Quando o consentimento falha: controle e resistências nos processos de trabalho de entregadores subordinados por meio de plataformas digitais**. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Instituto de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 215. 2022. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/246498>. Acesso em: 24 jul. 2023.

ISO; IEC. **IEEE, Standard for Systems and Software Engineering – Vocabulary**, Standard ISO/IEC/IEEE 24765, 2017. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec-ieee:24765:ed-2:v1:en>. Acesso em: 11 jul. 2023.

JENSEN, Thomas; HEDMAN, Jonas; HENNINGSSON, Stefan. How tradelens delivers business value with blockchain technology. **MIS Quarterly Executive**, United States, v. 18, n. 4, p. 221-243, 2019. Disponível em: <https://aisel.aisnet.org/misqe/vol18/iss4/5/>. Acesso em: 24 jul. 2023

JOHNSON, Nicholas; MARKEY-TOWLER, Brendan. **Economics of the Fourth Industrial Revolution**. New York: Routledge, 2021.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang. Ten years of Industrie 4.0. **Sci**, Switzerland, v. 4, n. 3, p. 26-35, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2413-4155/4/3/26>. Acesso em: 24 jul. 2023.

KAGERMANN, Henning; LUKAS, Wolf-Dieter; WAHLSTER, Wolfgang. Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. **VDI nachrichten**, Alemanha, v. 13, n. 2, p. 2-3, 2011. Disponível em: [https://www.dfki.de/fileadmin/user\\_upload/DFKI/Medien/News\\_Media/Presse/Presse-Highlights/vdinach2011a13-ind4.0-Internet-Dinge.pdf](https://www.dfki.de/fileadmin/user_upload/DFKI/Medien/News_Media/Presse/Presse-Highlights/vdinach2011a13-ind4.0-Internet-Dinge.pdf). Acesso em: 24 jul. 2023.

JÚNIOR, Moisés Francisco Farah. A terceira revolução industrial e o novo paradigma produtivo: algumas considerações sobre o desenvolvimento industrial brasileiro nos

anos 90. **Revista da FAE**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 45-60, 2000. Disponível em: <https://revistafae.fae.edu/revistafae/article/view/501>. Acesso em: 24 jul. 2023.

KALIL, Renan Bernardi. **Capitalismo de plataforma e Direito do Trabalho: crowdwork e trabalho sob demanda por meio de aplicativos**. Tese (Doutorado em Direito do Trabalho) - Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/2/2138/tde-07082020-133545/pt-br.php>. Acesso em: 24 jul. 2023.

KEHOE, Patrick; ATKESON, Andrew. The transition to a new economy after the second industrial revolution. **National Bureau of Economic Research**, USA, Working Paper 8676, 2001. Disponível em: <https://www.nber.org/papers/w8676>. Acesso em: 24 jul. 2023.

KENNEY, Martin; FLORIDA, Richard. Beyond Mass Production: Production and the Labor Process in Japan. **Politics & Society**, United States, v. 16, n. 1, p. 121–158, 1988. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/003232928801600104>. Acesso em: 24 jul. 2023.

KEYNES, John Maynard. Economic possibilities for our grandchildren. *In: **Essays in persuasion***. London: Palgrave Macmillan, London, 2010. p. 321-332.

KLOTZER, Christoph., WEIBENBORN, Julia; PFLAUM, Alexander. The Evolution of Cyber-Physical Systems as a Driving Force Behind Digital Transformation. **IEEE 19th Conference on Business Informatics (CBI)**, Greece, p. 5-14, 2017. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8012392>. Acesso em: 24 jul. 2023.

KOREN, Yoram *et al.* Reconfigurable manufacturing systems. **CIRP Annals-Manufacturing Technology**, Netherlands, v. 48, n. 2, 527-540, 1999. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/280939887\\_Reconfigurable\\_Manufacturing\\_Systems](https://www.researchgate.net/publication/280939887_Reconfigurable_Manufacturing_Systems). Acesso em: 24 jul. 2023.

LANDES, David. **Prometeu desacorrentado**: transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa ocidental, desde 1750 até os dias de hoje. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

LAZZARATO, Maurizio; NEGRI, Antonio. Trabalho imaterial e subjetividade. *In: LAZZARATO, Maurizio; NEGRI, Antonio. **Trabalho imaterial**: formas de vida e produção de subjetividade*. Rio de Janeiro: DP&A, 2011a, p. 25-42.

LAZZARATO, Maurizio; NEGRI, Antonio. Estratégias do empreendedor político. *In: LAZZARATO, Maurizio; NEGRI, Antonio. **Trabalho imaterial**: formas de vida e produção de subjetividade*. Rio de Janeiro: DP&A, 2011b.

LEITAO, Paulo *et al.* Smart agents in industrial cyber–physical systems. **Proceedings of the IEEE**, United States, v. 104, n. 5, p. 1086-1101, 2016a.

Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7437398>. Acesso em: 24 jul. 2023.

LEITAO, Paulo *et al.* Industrial automation based on cyber-physical systems technologies: prototype implementations and challenges. **Computers in Industry**, Netherlands, v. 81, p. 11–25, 2016b.

LÊNIN, Vladimir. **O Imperialismo**: etapa superior do capitalismo. Campinas: FE/UNICAMP, 2011.

LUKÁCS, György. **Prolegômenos e Para a ontologia do ser social**. Tomo II. Alagoas: Coletivo Veredas, 2018.

MALDONADO FILHO, Eduardo. A dinâmica da concorrência em Marx. **Anais do Encontro Nacional de Economia. Brasília**, v. 1, p. 107-125, 1990.

MANTOUX, Paul. **The industrial revolution in the eighteenth century**: an outline of the beginnings of the modern factory system in England. London: Jonathan Cape, MCMXXXV [1935].

MARX, Karl. **Contribuição à crítica da economia política**. São Paulo: Expressão Popular, 2009.

MARX, Karl. **Grundrisse**: manuscritos econômicos de 1857-1858: esboços da crítica da economia política. São Paulo: Boitempo, 2015.

MARX, Karl. **Manuscritos econômico-filosóficos**. São Paulo: Boitempo, 2010.

MARX, Karl. **O Capital**: crítica da economia política. Livro 1: O processo de produção do capital (e-book). São Paulo: Boitempo, 2013.

MARX, Karl. **O Capital**: crítica da economia política. Livro 2: O processo de circulação do capital (e-book). São Paulo: Boitempo, 2014.

MARX, Karl. **O Capital**: crítica da economia política. Livro 3: O processo global da produção capitalista. São Paulo: Boitempo, 2021.

MARX, Karl. **Teorias da mais-valia**: história crítica do pensamento econômico, vol. I. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1987.

MARX, Karl. Trabalho alienado e superação positiva da auto-alienação humana (Manuscritos de 1844). *In*: FLORESTAN, Fernandes (org.). **Marx, Engels**: história. São Paulo: Ática, 1984. p. 146-181.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **Manifesto comunista**. São Paulo: Boitempo, 2005.

MECHANICAL TURK @ AWS re: Invent. **Mturk**, 19 nov. 2018. Disponível em: <https://blog.mturk.com/mechanical-turk-aws-re-invent-2018-47610aae2304>. Acesso em: 24 jul. 2023.

MOHAJAN, Haradhan. The second industrial revolution has brought modern social and economic developments. **Journal of Social Sciences and Humanities**, Malaysia, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2020. Disponível em: [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/98209/1/MPRA\\_paper\\_98209.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/98209/1/MPRA_paper_98209.pdf). Acesso em: 11 abr. 2023.

MOHAJAN, Haradhan. Third industrial revolution brings global development. **Journal of Social Sciences and Humanities**, Malaysia, v. 7, n. 4, p. 239-251, 2021. Disponível em: [https://mpra.ub.uni-muenchen.de/110972/1/MPRA\\_paper\\_110972.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/110972/1/MPRA_paper_110972.pdf). Acesso em: 24 jul. 2023.

MOKYR, Joel. The Second Industrial Revolution, 1870-1914. *In*: Valerio Castronovo (org.). **Storiadell' Economia Mondiale**. Rome: Laterza Publishing, p. 219-245, 1999. Disponível em: <https://faculty.wcas.northwestern.edu/jmokyr/castronovo.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2023.

MORESCHI, Bruno; PEREIRA, Gabriel; COZMAN, Fabio. The Brazilian Workers in Amazon Mechanical Turk: dreams and realities of ghost workers. **Contracampo**, Niterói, v. 39, n. 1, 2020, p. 44-64.

NAKAMOTO, Satoshi. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. **Bitcoin**, 2008. Disponível em: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2023.

NOBLE, David. **America by design**: Science, technology, and the rise of corporate capitalism. New York: Alfred A. Knopf, 1977.

NOBLE, David. **Forces of production**: A social history of industrial automation. New Jersey: Transaction Publishers, 2017.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). **World Employment and Social Outlook 2015**: The Changing Nature of Jobs. Genebra: OIT, 2015.

OCDE. **Unemployment rate total, % of labour force**, Nov 1969 – Mar 2023. 2023. Disponível em: <https://data.oecd.org/chart/75sU>. Acesso em: 03 ago. 2023.

OTTO, Jens.; HENNING, Steffen; NIGGEMANN, Oliver. Why Cyber-physical Production Systems Need a Descriptive Engineering Approach – a case study in Plug & Produce. **Procedia Technology**, Netherlands, v. 15, p. 295-302, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212017314001984?via%3Dihub>. Acesso em: 24 jul. 2023.

OZORIO, Elbio. Apontamentos sobre a dinâmica do processo de acumulação de capital. *In*: ALVES, Giovanni; CORSI, Francisco. **Crise capitalista no século XXI**: um debate marxista. São Paulo: Projeto editorial Práxis, 2021.

PANDORA'S box (4h36min21s). Direção: Adam Curtis. **BBC**, 11 jun. 1992. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=cNvgEQ0RHs8>. Acesso em 4 ago. 2023.

PERES, Ricardo Silva *et al.* Industrial artificial intelligence in industry 4.0-systematic review, challenges and outlook. **IEEE**, United States, v. 8, p. 220121-220139, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9285283>. Acesso em: 24 jul. 2023.

PERES, João. O frango que é programado pra nascer, crescer e morrer em 42 dias. **O joio e o trigo**, 1 out. 2021. 2021. Disponível em: <https://ojoioetrigo.com.br/2021/10/frango-programado-42-dias/>. Acesso em: 24 jul. 2023.

PIKE, Edgar Royston. **Hard Times**: Human Documents of the Industrial Revolution. New York: Praeger, 1966.

POLLARD, Sidney. Factory discipline in the industrial revolution. **Economic History Review**, United Kingdom, v. 16, n. 2, p. 254-271, 1963.

PRASSL, Jeremias. **Humans as a service**: The promise and perils of work in the gig economy. Oxford: Oxford University Press, 2018.

PRICING: Pay only for what you use. **MTurk**, 2018. Disponível em: <https://www.mturk.com/pricing>. Acesso em: 24 jul. 2023.

PUTIN, Jason. Artificial Intelligence: with help from the humans. **The New York Times**, 25 mar. 2007. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2007/03/25/business/yourmoney/25Stream.html?smid=tw-share>. Acesso em: 30 jul. 2023.

QUERO fazer parte. **IFOOD**, 10 out. 2021. Disponível em: <https://entregador.ifood.com.br/quero-fazer-parte/conheca-o-ifood/bons-motivos-para-entregar-ifood-nao-faltam/>. Acesso em: 20 jul. 2023.

RAFF, Daniel; SUMMERS, Lawrence. Did Henry Ford pay efficiency wages? **Journal of Labor Economics**, United States, v. 5, n. 4, p. 57-86, 1987. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2534911?typeAccessWorkflow=login>. Acesso em: 24 jul. 2023.

RICARDO, David. **Princípios de economia política e tributação**. Os Economistas. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

RIFKIN, Jeremy. **End of work**: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era. New York: G. P. Putnam's, 1995.

RIFKIN, Jeremy. **The third industrial revolution**: how lateral power is transforming energy, the economy, and the world. New York: Macmillan, 2011.

SAAD FILHO, Alfredo. **O Valor de Marx**: Economia política para o capitalismo contemporâneo. Campinas: Unicamp, 2011.

SACOMANO, José; SÁTYRO, Walter. **Indústria 4.0**: conceitos e fundamentos. São Paulo: Blucher, 2018.

SAGIROGLU, Seref; SINANC, Duygu. Big data: A review. *In: IEEE*, 2013 international conference on collaboration technologies and systems (CTS), United States, p. 42-47. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6567202>. Acesso em: 24 jul. 2023.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SCHWAB, Klaus; DAVIS, Nicholas. **Shaping the future of the fourth industrial revolution: a guide to Building a better world**. New York: Currency, 2018 (epub).

SHAIKH, Anwar. A primeira grande depressão do século XXI.

**ANWARSHAIKHECON**, 2018. Disponível em:

[https://www.anwarshaikhecon.org/sortable/images/docs/publications/political\\_economy/2010/ShaiKh\\_A%20primeira%20grande%20depress%C3%A3o%20do%20s%C3%A9culo%20XXI\\_2010.pdf](https://www.anwarshaikhecon.org/sortable/images/docs/publications/political_economy/2010/ShaiKh_A%20primeira%20grande%20depress%C3%A3o%20do%20s%C3%A9culo%20XXI_2010.pdf). Acesso em: 30 mai. 2023.

SHOSTAK, Arthur. Finding Meaning in Labor's Perfect Storm: lessons from the 1981 PATCO Strike. **Employee Responsibilities and Rights Journal**, United States, v. 18, n. 3, p. 223-229, 2006.

SMIL, Vaclav. **Creating the Twentieth Century: Technical Innovations of 1867–1914 and their Lasting Impact**. New York: Oxford University Press, 2005.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações: investigação sobre sua natureza e suas causas**. Os Economistas. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

SP: por segurança, Prefeitura fecha acordo com empresas de entrega por aplicativo, 2019. **ESTADÃO**, 18 de jul. de 2019. Disponível em: <https://istoe.com.br/sp-por-seguranca-prefeitura-fecha-acordo-com-empresas-de-entrega-por-aplicativo/>. Acesso em: 29 jul. 2023.

SRNICEK, Nick. **Platform capitalism**. Cambridge: Polity Press, 2017.

SUN, Wen; LIU, Jiajia; YUE, Yanlin. AI-enhanced offloading in edge computing: When machine learning meets industrial IoT. **IEEE**, United States, v. 33, n. 5, p. 68-74, 2019.

SWEEZY, Paul. **Teoria do desenvolvimento capitalista**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

TAYLOR, Frederick. **Princípios da Administração Científica**. São Paulo: Editora Atlas AS, 1995.

THOMPSON, Edward. Time, Work-Discipline, and Industrial Capitalism. **Past & Present**, United Kingdom, v. 38, n.1, p. 56-97, 1967.

THOMPSON, Paul. **The nature of work: An introduction to debates on the labour process**. London: Macmillan Press, 1983.

TIMOTHY, Anand. 3 Gamification Examples That Make Corporate eLearning Fun. **eLearning Industry**, 3 jan. 2016. Disponível em: <https://elearningindustry.com/3-gamification-examples-make-corporate-elearning-fun>. Acesso em: 29 de jul. 2023

TOMANEY, John. A new paradigm of work organization and technology? *In*: AMIN, Ash (org.). **Post-Fordism: a reader**. Malden: Blackwell Publishers, p. 157-194, 2003.

TORAYEV, Agajan *et al.* Towards modular and plug-and-produce manufacturing apps. **Procedia CIRP**, Netherlands, v. 107, p. 1257-1262, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827122004255>. Acesso em: 24 jul. 2023.

TURING, Alan. Computing machinery and intelligence. *In*: EPSTEIN, Robert; ROBERTS, Gary; BEBER, Grace (org.). **Parsing the Turing test: philosophical and methodological issues in the quest for the thinking computer**. Netherlands: Springer, p. 23-66, 2009. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-6710-5\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-6710-5_3). Acesso em 23 ago. 2023.

UBER. (2023). Disponível em: <https://www.uber.com>. Acesso em: 20 jul. 2023.

UM, Jumyung; WEYER, Stephan; QUINT, Fabian. Plug-and-Simulate within Modular Assembly Line enabled by Digital Twins and the use of AutomationML. **IFAC-PapersOnLine**, United Kingdom, v. 50, n. 1, p. 15904-15909, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896317331762>. Acesso em 24 jul. 2023.

URE, Andrew. **The Philosophy of Manufactures**. London: Routledge, 1967. Transferred to Digital Printing (epub) 2006.

VAN DER VEER, V.; DER, H.; WILES, A. Achieving technical interoperability: the ETSI approach. **ETSI White Paper n. 3**. Sophia Antipolis: European Telecommunications Standards Institute, 2008. Disponível em: <https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/IOP%20whitepaper%20Edition%203%20final.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2021.

VASAPOLLO, Luciano. **O trabalho atípico e a precariedade**. São Paulo: Expressão Popular, 2005.

VASSILIOU, Marius. **The A to Z of the Petroleum Industry**. Toronto: Scarecrow Press, 2009.

WOODCOCK, Jamie; JOHNSON, Mark. Gamification: What it is, and how to fight it. **The Sociological Review**, United Kingdom, v. 66, n. 3, p. 542-558, 2017.

WOODCOCK, Jamie. O panóptico algorítmico da Deliveroo: mensuração, precariedade e a ilusão do controle. *In*: **ANTUNES, Ricardo** (org.). **Uberização, trabalho digital e indústria**, 2020, p. 23-45.

WOMACK, James; ROSS, Daniel; JONES, Daniel. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YEGANEH, Hamid. **Major business and technology trends shaping the contemporary world**. New York: Business Expert Press, 2019.