

Fordismo, Pós-Fordismo e Cyberfordismo: Os (Des)caminhos da Indústria 4.0 na Era do Capitalismo Ultraneoliberal

Autoria

Ana Paula Paes de Paula - appp.ufmg@gmail.com

Centro de Pós-Grad e Pesquisas em Admin - CEPEAD/UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais

kettle duarte paes - kettlep@yahoo.com.br

Prog de Pós-Grad em Admin/Inst de Ciênc Econômicas, Administrativas e Contábeis - PPGA/ICEAC/FURG -
Universidade Federal do Rio Grande

Agradecimentos

Agradecimentos ao CNPQ pelo apoio financeiro que viabilizou essa pesquisa.

Resumo

O objetivo desse ensaio é discutir a Indústria 4.0 como o cerne de um novo paradigma de produção, que denominaremos cyberfordismo, que emergiu no bojo do estágio ultraneoliberal do capitalismo. Para isso, na primeira parte, apresentamos as características da Indústria 4.0 com o intuito de evidenciar como ela radicaliza os processos de automação da produção e de inserção da inteligência artificial nos processos decisórios. Na segunda parte, retomamos os contornos dos paradigmas fordistas e pós-fordistas de produção para demarcar a continuidade entre esses e o cyberfordismo, bem como apontar a desconstrução do compromisso fordista e do Estado de bem-estar em sua transição para os modelos de flexibilização pós-fordistas e neoliberais, que afetam tanto processos produtivos como as feições da condução econômica e política das sociedades. Na terceira parte, discutimos as características do paradigma cyberfordista, que se manifesta no contexto do ultraneoliberalismo, maximizando os propósitos do fordismo clássico, uma vez que tende a tornar prescindíveis a mão-de-obra qualificada e até mesmo os próprios gerentes. Além disso, elaboramos um quadro comparativo dos paradigmas fordista, pós-fordista e cyberfordista, de modo a evidenciar as diferenças e continuidades entre eles. Nas conclusões, destacamos as contribuições do ensaio e recomendações para futuras pesquisas.

Fordismo, Pós-Fordismo e Cyberfordismo: Os (Des)caminhos da Indústria 4.0 na Era do Capitalismo Ultraneoliberal

Resumo

O objetivo desse ensaio é discutir a Indústria 4.0 como o cerne de um novo paradigma de produção, que denominaremos cyberfordismo, que emergiu no bojo do estágio ultraneoliberal do capitalismo. Para isso, na primeira parte, apresentamos as características da Indústria 4.0 com o intuito de evidenciar como ela radicaliza os processos de automação da produção e de inserção da inteligência artificial nos processos decisórios. Na segunda parte, retomamos os contornos dos paradigmas fordistas e pós-fordistas de produção para demarcar a continuidade entre esses e o cyberfordismo, bem como apontar a desconstrução do compromisso fordista e do Estado de bem-estar em sua transição para os modelos de flexibilização pós-fordistas e neoliberais, que afetam tanto processos produtivos como as feições da condução econômica e política das sociedades. Na terceira parte, discutimos as características do paradigma cyberfordista, que se manifesta no contexto do ultraneoliberalismo, maximizando os propósitos do fordismo clássico, uma vez que tende a tornar prescindíveis a mão-de-obra qualificada e até mesmo os próprios gerentes. Além disso, elaboramos um quadro comparativo dos paradigmas fordista, pós-fordista e cyberfordista, de modo a evidenciar as diferenças e continuidades entre eles. Nas conclusões, destacamos as contribuições do ensaio e recomendações para futuras pesquisas.

Palavras-chave: Fordismo; Pós-Fordismo; Cyberfordismo; Indústria 4.0

Introdução

Nos últimos anos, a Indústria 4.0 emergiu como uma espécie de panaceia no mundo industrial e corporativo, dando origem a expectativas de uma revolução no campo produtivo e também a derivados como a Gestão 4.0, a Produção 4.0, a Qualidade 4.0, a Economia 4.0, entre outros. Em linhas gerais, a Indústria 4.0 (Zawadzki & Żywicki, 2016; Oesterreich & Teuteberg, 2016) busca transformar a comunicação entre homens e máquinas e entre as próprias máquinas, utilizando informações para otimizar os processos produtivos, a fim de alcançar um maior grau de uso das tecnologias digitais e da automação, recorrendo à inteligência artificial, *big data* e *machine learning*, de modo a tornar a produção mais ágil, econômica e autônoma.

O fenômeno pode ser considerado como mais uma representação do processo de Revolução Industrial, iniciado no final do século XVIII, que marcou a transição dos métodos de produção artesanais para processos de produção mecanizados. Essas mudanças progressivamente, revolucionaram não só a vida cotidiana das pessoas, mas a economia, com o aumento da produtividade. Desde então, as sociedades modernas têm passado diversos ciclos de transformações, tanto nos seus sistemas econômicos, quanto de produção e de gestão.

Utilizando como referência Hermann, Pentek e Otto (2016), é possível elencar pelo menos quatro grandes marcos históricos, definidos como Revoluções Industriais:

- a I Revolução Industrial, no século XVIII, que foi impulsionada pela concepção dos teares mecânicos dirigidos por motores a vapor e culminou na centralização do processo de produção em fábricas;
- a II Revolução Industrial, que ocorreu no século seguinte e tem como marca a inserção das linhas de produção e do sistema produtivo fordista;
- a III Revolução Industrial, que pode ser situada nos anos de 1970, e é marcada pela automação maciça dos processos produtivos com a consequente possibilidade de

- programação de sistemas digitais, cujo exemplo são os modos de produção pós-fordistas; e
- a IV Revolução Industrial, que consiste na introdução de novos conceitos como a produção baseada na Internet, que permite melhorar a comunicação entre fabricantes, clientes e fornecedores com a ascensão de um novo modelo, a Indústria 4.0.

Na literatura ainda são raras as análises feitas sobre o fenômeno da Indústria 4.0 no campo da teoria da administração e das organizações, pois suas atividades e características são mais estudadas nas áreas de engenharia e administração da produção e ciência da computação, principalmente. Nesse ensaio, nosso objetivo é suprir essa lacuna, discutindo a Indústria 4.0 como manifestação de um novo paradigma de produção, que emergiu no bojo do estágio ultraliberal do capitalismo e que denominaremos cyberfordismo. Dessa forma, muito mais do que um potencial novo “modismo gerencial”, a Indústria 4.0 representa uma nova forma de se organizar e otimizar o trabalho, fruto de uma visão de mundo econômica, social e política específica, inserida em um novo ciclo de “revolução industrial e tecnológica”.

Tendo em vista esse propósito de teorização do cyberfordismo, esse ensaio foi estruturado da seguinte maneira: na primeira parte, tomamos como ponto de partida um levantamento bibliográfico e discutimos as características da Indústria 4.0, com o intuito de evidenciar como ela radicaliza os processos de automação da produção e de inserção da inteligência artificial nos processos decisórios. Na segunda parte, retomamos na literatura os contornos dos paradigmas fordistas e pós-fordistas de produção para demarcar a continuidade entre esses e o cyberfordismo, bem como apontar a desconstrução do compromisso fordista e do Estado de bem-estar em sua transição para os modelos de flexibilização pós-fordistas e neoliberais, que afetam tanto processos produtivos como as feições da condução econômica, social e política das sociedades.

Na terceira parte, discutimos as características do que estamos denominando paradigma cyberfordista, que se manifesta no contexto do ultraneoliberalismo, maximizando os propósitos do fordismo clássico, uma vez que tende a tornar prescindíveis a mão-de-obra qualificada e até mesmo os próprios gerentes. Além disso, elaboramos um quadro comparativo dos paradigmas fordista, pós-fordista e cyberfordista, de modo a evidenciar as diferenças e continuidades entre eles. Finalizando, trazemos as conclusões do ensaio, destacando suas contribuições e recomendações para futuras pesquisas.

1. Sobre a Indústria 4.0

O levantamento bibliográfico realizado na Internet e nos bancos de periódicos (Portal Capes, Google Acadêmico, Ebsco, Scopus) com a palavra-chave Indústria 4.0, teve como propósito localizar os principais artigos e pesquisas sobre o tema para estabelecer um ponto de partida para a discussão pretendida, de modo que não buscamos delimitar estatísticas, fazer revisões sistemáticas, ou realizar uma bibliometria. As buscas resultaram em alguns artigos-chave utilizados pela maioria dos pesquisadores, bem como artigos que trazem sistematizações da literatura sobre o tema, principalmente em domínios em que a presença da Indústria 4.0 se faz sentir, como na engenharia e administração da produção e na ciência da computação, sendo raras referências ao campo da teoria da administração e organizações.

A pesquisa de Sigahi e Andrade (2017), por exemplo, nos ajuda a confirmar essa constatação, pois fazendo uma bibliometria para verificar artigos publicados entre 2011 (ano de surgimento da expressão “Indústria 4.0” na Alemanha) e 2016 no ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia da Produção) e no SINPEP (Simpósio de Engenharia da Produção), os

investigadores constataram que 72% dos artigos concentravam-se nas áreas de Gestão da Produção, Gestão do Conhecimento Organizacional, Gestão do Produto e Pesquisa Operacional, sendo que 70% dos artigos abordavam principalmente temas afeitos à ciência da computação, como inteligência artificial, computação em nuvem e internet das coisas.

Já o levantamento realizado por Assad Neto, Pereira, Drozda e Santos (2018), que realizaram uma revisão integrativa do tema Indústria 4.0 na base Scopus, mostra uma liderança da Alemanha no que se refere à produção acadêmica, que é consistente com o fato do fenômeno ter surgido nesse país, sendo seguida no ranking pelos Estados Unidos e pela China. Além disso, os pesquisadores concluíram que há ainda uma imprecisão na definição científica de Indústria 4.0, que estaria em busca de uma identidade mais sólida, o que dificulta inclusive a delimitação de um “estado da arte” sobre o tema. Tessarini Jr e Saltorato (2018), por sua vez, procederam uma revisão sistemática da literatura sobre o impacto da Indústria 4.0 na organização do trabalho, concluindo que, de um modo geral, as pesquisas enfatizam muito mais suas inovações tecnológicas do que suas implicações nas relações de trabalho. Dessa forma, o que a literatura consultada evidencia é que os estudos se encontram em um estado inicial: trata-se de um campo em construção, que ainda busca descrição e definição do fenômeno, Em seguida, apresentamos, de forma sintética as principais características da Indústria 4.0 e algumas de suas repercussões no setor industrial.

Segundo Anderl (2014) e Silva e Santos Filho e Miyagi (2015), a Indústria 4.0 busca a integração de humanos e máquinas, afetando toda a cadeia organizacional, uma vez que atinge a manufatura, o projeto, os produtos e as operações por meio de sistemas que acessam dados em tempo real para realizarem ações autônomas. Objeto de estudos recentes (Roblek, Mesko & Krapez, 2016; Gentner, 2016; Qin, Liu & Grosvenor, 2016), trata-se de um campo de conhecimento que abrange administração, engenharia e ciência da computação, entre outros, representando, de acordo com Drath e Horch (2014), Hermann Pentek e Otto (2015), Bitkom, Vdma e Zvei (2016), Schwab (2016) e Kubinger e Sommer, (2016), uma IV Revolução Industrial, que emergiu na Alemanha, apoiada pelo governo federal.

Schwab (2016) caracteriza a IV Revolução Industrial como uma nova era tecnológica que implicará na robotização da humanidade, transformando fontes tradicionais de significado como trabalho, família, comunidade e identidade. Para o autor, os efeitos distributivos disso podem favorecer o capital, mas ele questiona se realmente interessará à humanidade um mundo do “precariado”, que seria uma grande fonte de agitação social e política. Antunes (2019) é menos otimista, pois afirma que no bojo dessa IV Revolução Industrial, emergiu a Indústria 4.0 que tende a realizar uma imbricação entre a financeirização da economia e um neoliberalismo exacerbado, intensificando as tecnologias digitais no mundo da produção nessa nova fase do capitalismo, que tratará de reacomodar as formas de controle social.

Trazendo um ponto de vista técnico, Santos, Alberto, Lima e Charrua-Santos afirmam que (2018, p. 115) “a Indústria 4.0 representa uma evolução natural dos sistemas industriais anteriores, de desde a mecanização do trabalho ocorrida no século XVIII até a automação da produção nos dias atuais.” Com a evolução da automação e dos sistemas de informação por meio do ERP (*Enterprise Resource Planning*) e do MES (*Manufacturing Execution System*), a produtividade nas fábricas melhorou significativamente, mas ainda há uma lacuna na comunicação entre o nível ERP e o chão de fábrica, que pode ser sanada com o aprimoramento da tomada de decisão em tempo real proporcionada pela Indústria 4.0, que promete (Kargermann, Wahlster & Helbig, 2013; Kargermann, 2014) maior eficácia operacional e

ganhos de produtividade, crescimento e competitividade, além do desenvolvimento de novos modelos de negócios, serviços e produtos.

De acordo com Hermann, Penteck e Otto (2016), a Indústria 4.0 é composta por:

- Sistemas Ciberfísicos (*Cyber-Physical Systems – CPS*): que integram os objetos físicos e seus modelos, representados em redes, bem como serviços baseados nos dados disponíveis;
- Internet das Coisas (*Internet of Things – IOT*): que constrói uma rede comunicação entre pessoas e dispositivos, uma vez que utiliza objetos de nosso cotidiano a fim de tornar a Internet ubíqua;
- Internet de Serviços (*Internet of Services – IOS*): que utiliza a estrutura da Internet para possibilitar a oferta e a demanda de serviços;
- Fábricas Inteligentes: que se baseiam na conectividade da IOT e na disponibilização da IOS, gerenciando sistemas complexos que integram máquinas e humanos em uma rede, cujas plantas têm suas demandas realizadas pelos CPSs e se comunicam pela IOT.

Dessa forma, a Indústria 4.0 mobiliza conceitos como auto-organização, novos sistemas de distribuição e aquisição, novos sistemas de desenvolvimento de produtos e serviços, adaptação das necessidades humanas e da responsabilidade social da corporação (Lasi et al., 2014). A Indústria 4.0 exigirá transformações na organização do trabalho no que tange à flexibilização da produção para customização e redução de custos, bem nas habilidades dos trabalhadores no que se refere às novas interfaces homem-máquina, que exigem reconhecimento de voz e gestos (Khan & Turowski, 2016).

Além disso, a Indústria 4.0 sustenta-se por nove pilares tecnológicos (Rübmann et al., 2015):

- *Big data* e análise de dados (dados obtidos em massa de diversas fontes e utilizados para decisões em tempo real);
- robôs autônomos trabalhando ao lado de humanos;
- simulação para tomada de decisões;
- integração horizontal e vertical de sistemas que facilitam redes intercompanhias e automação;
- IOT mobilizada para obtenção de respostas em tempo real;
- segurança cibernética;
- nuvem;
- fabricação de aditivos (produtos customizados e utilização de impressoras 3D); e
- realidade aumentada, na qual a tomada decisões e os procedimentos são auxiliados por uma grande variedade de sistemas atuando conjuntamente.

Segundo Pereira e Simonetto (2018), uma publicação da FIRJAN em 2016 evidenciou que o Brasil ainda se encontra entre a segunda e terceira Revolução Industrial, sendo o setor automotivo o mais adiantado em relação à Indústria 4.0. Os desafios para a implantação da Indústria 4.0 no Brasil envolvem políticas e incentivos governamentais estratégicos, postura proativa de empresários e gestores, além do desenvolvimento de tecnologias e capacitação de profissionais alinhados com essa visão de indústria (Vermulm, 2018). Para Kupfer (2016), embora no Brasil o debate ainda seja tímido e haja poucas iniciativas, além da indústria nacional ainda se encontrar principalmente no estágio 2.0, a Indústria 4.0 é mais simples de ser implementada do que parece, porque se trata muito mais de escalagem e massificação do uso de integração de tecnologias já disponíveis, do que de desenvolvimento inovativo propriamente dito.

Do ponto de vista do desempenho operacional da Indústria 4.0, Tortorella et al. (2018) evidenciam que para pesquisadores como Marodin e Saurin (2013), Shah e Ward (2003), Jasti e Kodali (2016), as práticas enxutas sobrepostas aplicadas na organização e sua cadeia de suprimentos trariam melhorias. No entanto, Tortorella et al. (2018) examinam em sua pesquisa a relação entre a implementação simultânea de 41 práticas de produção enxuta e da Indústria 4.0 para verificar sua influência no desempenho operacional de 265 empresas brasileiras, concluindo que ainda não é possível constatar uma melhoria relevante, talvez devido às falhas de implementação e às variáveis contextuais negativas. Assim, essa integração entre as práticas de produção enxuta e as tecnologias da Indústria 4.0, que teoricamente possibilita maior flexibilidade e fluxo de informações e vem sendo denominada “automação enxuta”, ainda precisa ser mais explorada, conforme afirmam Erol, Schumacher e Sihm (2016) e Sanders, Elangeswaran e Wulfsberg (2016).

Por outro lado, pesquisas (Saltiel & Nunes, 2017) também mostram que a automação é uma forma de minimizar a dependência dos trabalhadores em um contexto em que as relações capital e trabalho se mostram cada vez mais instáveis, especialmente porque, uma vez que o foco está nos equipamentos e na automação da fábrica, torna-se desnecessária experiência e grandes habilidades dos trabalhadores. A Indústria 4.0 se firma, dessa forma, com uma nova Revolução Industrial que mobiliza três elementos principais – rede de produção e de produto, ciclo de vida do produto e sistemas cyberfísicos – que resultam em ciclos cada vez menores que podem ser gerenciados técnica e economicamente. Assim, no sistema Hyundai de produção (SHP), na indústria automobilística, “a busca pela minimização da participação do trabalhador, limitando-o a funções bastantes simples, tornou-se significativa após tentativas frustradas de acordos com a força de trabalho” (Saltiel & Nunes, 2017, p. 268).

Tessarini Jr e Saltorato (2018) estudam a discussão na literatura dos impactos da Indústria 4.0 na organização do trabalho e constataam o aumento do desemprego tecnológico, apontando a necessidade de novas competências para que sejam mantidas as condições de empregabilidade, além de verificarem um aumento na interação homem e máquina, bem como transformações nas relações socioprofissionais. Além disso, os pesquisadores apontam, baseados em Caruso (2018), que a tendência é que o poder de decisão e a autonomia dos trabalhadores diminua, intensificando-se a redução da força de trabalho, a redução dos direitos e garantias dos trabalhadores, bem como a concentração do capital e o monopólio das forças de produção, com a crescente precarização das relações de trabalho e o aumento da hegemonia das máquinas.

Em síntese, podemos afirmar que a Indústria 4.0 representa:

- uma manifestação da IV Revolução Industrial, que estabelece mudanças tecnológicas mediadas pela robotização e inteligência artificial, implicando em grandes transformações no campo produtivo e do trabalho, inclusive se desdobrando em reelaboração dos efeitos distributivos nas sociedades, que reforçam um novo ciclo do capitalismo;
- uma integração entre os sistemas ciberfísicos e a internet das coisas e de serviços, que promove um salto tecnológico para habilitar a rede de operação de fábricas inteligentes, utilizando robôs autônomos e simuladores de decisão, prescindindo cada vez mais da mão-de-obra humana;
- um desafio de promover nos vários países, inclusive no Brasil, uma conexão entre os sistemas automatizados e digitais da Indústria 3.0, que engendram a “automação enxuta” e as mediações da internet trazidas pela Indústria 4.0, que promovem novas

formas de produção e distribuição de produtos e serviços, bem como novos modelos de negócios.

2. Fordismo e Pós-Fordismo

Ainda que o tema não tenha sido suficientemente explorado no campo da teoria da administração e organizações, uma vez que, como anteriormente mencionado, os estudos encontrados são predominantemente da área de engenharia e administração da produção e ciência da computação, alguns pesquisadores já começam a designar a Indústria 4.0 como um “novo paradigma de produção” (Silva, Santos Filho & Miyagi, 2015; Lima & Pinto, 2019), ou seja, uma nova lógica de produção, que recorre à novas tecnologias e formas de organização.

Em um artigo emblemático para a área de organizações, no qual comparou os três paradigmas clássicos de produção, baseadas na indústria automobilística, Wood Jr (1992) apresentou o fordismo, o toyotismo e o volvismo. Em geral, estes dois últimos paradigmas são considerados na literatura como modelos pós-fordistas ou neo-fordistas de produção. Alves Filho, Marx e Zilbovicius (1992), por exemplo, questionavam em sua época se as transformações introduzidas nas linhas de produção industrial seriam de fato uma transformação radical do paradigma fordista, ou se representariam uma evolução gradual do mesmo paradigma. De acordo com Kupfer (2016), é possível fazer uma analogia entre a Indústria 4.0 com o que nos anos 1980 denominamos pós-fordismo, toyotismo, produção enxuta ou qualidade total, tecnologias organizacionais que dizem respeito à forma como se produz. Em outras palavras, a literatura sugere, que para além da ideia de inovação e transformação, há uma espécie de *continuum* entre o fordismo, o pós-fordismo e a Indústria 4.0.

A emergência do fordismo tem estreitos laços com os princípios do taylorismo, que estabeleceu a clássica separação entre planejamento e execução, bem como uma detalhada divisão do trabalho para que houvesse ganhos de eficiência e produtividade nas fábricas. Esses princípios obedecem a uma forte padronização de tempos e movimentos, a uma rigorosa separação entre o trabalho manual e intelectual e ao controle de tempo de cada operação, entre outras técnicas e processos de trabalho.

Esse modelo de produção se estabeleceu como hegemônico até os anos 1970, tendo como pano de fundo para seu desenvolvimento o suporte das políticas macroeconômicas do keynesianismo. O fordismo, sobretudo, após a Segunda Guerra Mundial, garantiu um dos mais longos períodos de crescimento estável do sistema capitalista, durando aproximadamente 30 anos, quando começou a dar sinais de esgotamento do modelo. Cabe observar ainda que, durante o período de expansão do fordismo, os ganhos de produtividade do modelo foram, em boa parte, repassados para os assalariados, tanto de forma direta, como aumento dos salários, quanto indireta por meio do Estado do bem-estar social keynesiano (Lipietz, 1991).

Como já mencionamos, o modelo de gestão do fordismo também foi alvo de estudos no campo da administração por trazer inovações importantes para os ganhos de produtividade: Wood Jr (1992), observa que Henry Ford, com suas inovações na linha de produção, conseguiu reduzir custos e melhorar substancialmente a qualidade. De acordo com o autor, a maior contribuição de Henry Ford para um sistema de produção mais eficiente, não foi a ideia da linha contínua, como muitos pensam, mas a intercambiabilidade de partes e a simplicidade de montagem.

As inovações na produção trazidas pelo fordismo permitiram reduzir o esforço humano na montagem, aumentar a produtividade e diminuir os custos. Além disso, o modelo conseguiu reduzir drasticamente o tempo de preparação das máquinas, fazendo com que elas executassem

apenas uma tarefa por vez, pois eram colocadas em uma sequência lógica. Contudo, o maior problema do fordismo, era, nas palavras de Wood Jr (1992), a falta de flexibilidade. O fordismo, na visão de Harvey (1993, p. 121), obteve êxito por reconhecer que a produção de massa significava consumo de massa, dando ensejo a um "novo sistema de reprodução da força de trabalho, uma nova política de controle e gerência do trabalho, uma nova estética e uma nova psicologia, em suma, um novo tipo de sociedade democrática, racionalizada e populista".

Como já apontamos, o sistema produtivo fordista começa a apresentar sinais de esgotamento a partir dos anos 1970. Na visão de Antunes (1995), tratou-se de uma crise estrutural que se caracterizou pela queda na taxa de lucros, pelo desemprego estrutural causado por uma retração do consumo e pela crise do Estado do bem-estar social, como desdobramento da crise fiscal do Estado capitalista, que engendra o ideário de Estado mínimo neoliberal. Assim, de acordo com Antunes (1995) a década de 1980 presenciou profundas transformações na estrutura produtiva com a inserção de novas tecnologias, como a automação, a robótica e a microeletrônica. Trata-se de uma época de grande experimentação no mundo do trabalho, no qual o fordismo e o taylorismo já não são únicos e misturam-se com outros processos produtivos chamados pós-fordistas.

Segundo Lipietz (1991), o modelo de produção pós-fordista, mais especificamente, o toyotismo, surgiu ao final da década de 1970, com a eclosão da chamada III Revolução Industrial, implementada com a chegada ao poder de Margareth Thatcher, na Inglaterra e Ronald Reagan, nos Estados Unidos, que preparam o terreno para o estabelecimento do Estado mínimo, circundado por processos de privatização, terceirizações e ajustes fiscais. Este novo paradigma de produção se apoiou sobre os ombros do fordismo em crise, para dar vazão a uma revolução tecnológica no âmbito dos processos produtivos.

De um modo geral, Antunes (1995) relata que o toyotismo é um modelo de organização do trabalho que nasce a partir da fábrica Toyota, no Japão, e que se expandiu pelo Ocidente capitalista, tanto nos países avançados, quanto naqueles em desenvolvimento. Seguindo essa lógica de argumentação, o modelo toyotista representou uma oposição a rigidez do modelo fordista, adotando a especialização flexível na busca de novos padrões de produtividade, por novas formas de adequação da produção à lógica do mercado. Como consequência, tem-se também a emergência de novas formas de gestão da força de trabalho, dos quais os Círculos de Controle de Qualidade e a dita gestão participativa são expressões visíveis não só no Japão, mas em vários países do mundo ocidental (Antunes, 1995).

A expansão do pós-fordismo se faz acompanhada não somente da chamada especialização flexível na esfera da produção, mas também pelo fim do Estado de bem-estar social e a busca frenética pela flexibilização das relações de trabalho por meio de práticas de austeridade econômica neoliberais. Assim, no que diz respeito aos direitos trabalhistas ocorre uma desregulamentação para uma adequação aos novos modos de organização do trabalho. Direitos e conquistas históricas dos trabalhadores são substituídos e eliminados do mundo da produção (Antunes, 1999).

Importa observar aqui, que os modelos produtivos fordistas e pós-fordistas possuem íntima conexão com os avanços tecnológicos ligados às chamadas II e III Revoluções Industriais (Lipietz, 1991), nos quais o uso dos recursos tecnológicos em escala geométrica tem se transformado na própria força produtiva, em um patamar que busca cada vez mais a dispensa da atividade humana. Como consequência, observa-se o aparecimento do desemprego

estrutural, que extirpa postos de trabalho e funções em favor da automação nos processos de trabalho.

Desse modo, conforme observa Antunes (1995, p. 26) para suprir as demandas mais individualizadas de mercado foi preciso que a produção se sustentasse num processo produtivo flexível, que permita "a um operário operar com várias máquinas (em média cinco máquinas, na Toyota), rompendo-se com a relação de um homem/uma máquina que fundamenta o fordismo". Essa relação homem-máquina e o amplo uso da tecnologia, típica do fordismo e do pós-fordismo, encontra seu ápice no que vem sendo estudado como a IV Revolução Industrial, que faz emergir a Indústria 4.0, na qual a interação que importa, em grande medida, é a "máquina-máquina" (M2M). Essa dinâmica M2M segue na direção ao que chamaremos, nesse ensaio, de cyberfordismo.

3. Emerge um Novo Paradigma de Produção: o Cyberfordismo

Considerando que há um *continuum* entre o fordismo, o pós-fordismo e a Indústria 4.0, procuramos caracterizar essa última como manifestação de um novo paradigma de produção, que também emerge na indústria automobilística e que denominaremos como cyberfordismo. Nosso intuito é discutir o cyberfordismo como um modelo "ultrafordista" de produção, no qual os preceitos do fordismo são maximizados com o auxílio da automação, da cibernética e outras características próprias da emergente Indústria 4.0. Do ponto de vista econômico e social, conforme destaca Antunes (2020), emerge uma nova morfologia do trabalho que se caracteriza pela sua "invisibilidade", que implica na precarização dos vínculos e de novas formas de exploração potencializadas pelo estágio ultraneoliberal do capitalismo.

Denominamos esse como o estágio ultraneoliberal do capitalismo, pois de acordo com Dardot e Laval (2016), entre a década de 1980 e o momento atual, o neoliberalismo adquiriu novas facetas, extrapolando a política e a economia neoliberal para fundar uma "sociedade neoliberal" que afeta radicalmente os sistemas de produção. O neoliberalismo, que é uma decantação do "novo liberalismo" surgido na década de 1930, em sua fase "ultra" é fruto da consolidação de uma racionalidade que se desenvolveu entre as décadas de 1980 e 1990, que fez emergir uma nova racionalidade governamental e empresarial, fundada nos seguintes princípios para o Estado, que se torna um guardião do mercado: estabilidade da política econômica, estabilidade monetária, mercados abertos e concorrência, propriedade privada, liberdade de contratos e responsabilidade dos agentes econômicos.

Surge assim o que Dardot e Laval (2016, p. 140) denominam "economia social de mercado", que é oposta ao Estado de bem-estar, na medida que responsabiliza individualmente os cidadãos por seu status social e incentiva o empreendedorismo. Assim, o "mercado é concebido . . . como um processo de autoformação do sujeito econômico, um processo subjetivo autoeducador e autodisciplinador, pelo qual o indivíduo aprende a se conduzir". Faz-se também uma passagem do capitalismo neoliberal para o capitalismo financeiro, abrindo espaço para um "capitalismo improdutivo", como assinala Dowbor (2017), que se baseia na "financeirização da economia", ou seja, em um capital "parado" que não é utilizado nas redes produtivas, mas acumula rendimentos por aplicações especulativas nos mercados de ações.

Recapitulando, de acordo com Wood Jr (1992), o modelo fordista de produção ao introduzir a linha de montagem, reduziu o esforço humano empregado, aumentou a produtividade e diminuiu os custos. As máquinas foram programadas para trabalharem em uma sequência lógica, com a interferência dos operários que executavam apenas uma tarefa, reduzindo drasticamente a necessidade de qualificação e treinamento: eram superespecializados em uma

única habilidade. Tratava-se de um modelo de produção baseado nos princípios tayloristas e na ideia de mecanização, com uma interação precisa entre homem e máquina. Além disso, a produção na Ford era verticalizada, com um sistema de controle altamente burocratizado.

Já o toyotismo envolve uma série de inovações técnicas que resultavam em uma dramática redução no tempo demandado para alteração dos equipamentos de moldagem, possibilitando a relação entre “homem” e “várias máquinas”, bem como a “flexibilização” da produção e o atendimento de um mercado consumidor que buscava diferenciação de produtos, pois tornou mais barato produzir pequenos lotes de peças estampadas, diferentes entre si, do que grandes lotes homogêneos. Além disso, reduziu custos de inventários (sistema *just-in-time*), possibilitou melhorias contínuas na produção e eliminou problemas de qualidade, exigindo, no entanto, operários bem treinados e motivados. Quanto à rede de suprimentos, ocorreu uma horizontalização e descentralização, pois se utilizava de muitos fornecedores em uma relação de parceria.

O modelo volvista, de inspiração sueca, por sua vez, combinava flexibilidade funcional na organização com um alto grau de automação e informatização, mas que requer uma mão-de-obra altamente especializada, capaz de realizar todas as etapas do processo produtivo, na medida que combina o uso de tecnologias como o uso da produção artesanal. O objetivo era aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos, reduzir os custos, flexibilizar a produção e ao mesmo tempo preservar a qualidade de vida no trabalho, humanizando as fábricas.

O que estamos denominando cyberfordismo, que parte da Indústria 4.0, é um modelo de produção que preserva as características de flexibilização e busca de qualidade, bem como redução de custos, exigindo, no entanto, novas interfaces entre homem-máquina e máquina-máquina, que retomam um padrão clássico fordista, uma vez que reduzem a necessidade do trabalho qualificado e mesmo do próprio trabalho humano. Conforme aponta Toni (2019), no contexto da Indústria 4.0, com o uso de processos altamente informatizados e robóticos e de sistemas de controle que centralizam os processos de gerenciamento, as organizações podem passar a prescindir não só daqueles que realizam tarefas desqualificadas, mas mesmo daqueles que têm um papel mais especializado. É como se o ideal mecanicista fordista fosse finalmente plenamente realizado com o uso de robôs autônomos e simuladores de decisões.

Segundo Kupfer (2016) esse ideal não está tão distante das organizações, pois não se trata de um desenvolvimento inovativo, como já vimos, mas de escalagem da massificação da integração de tecnologias já disponíveis trazidas no âmbito dos modelos pós-fordistas de produção, que culminaram na Indústria 4.0. Saltiel e Nunes, por sua vez, também admitem que os sistemas cyberfísicos minimizam a participação do trabalhador, que passa a realizar funções mais simples, o que é uma vantagem, uma vez que não está sendo possível extrair voluntariamente o rendimento máximo da força de trabalho. O filme “Indústria Americana”, documentário ganhador do Oscar 2020, dirigido por Steven Bognar e Julia Reichert, evidencia isso com clareza, uma vez que na impossibilidade de obter dos trabalhadores estadunidenses o mesmo rendimento que conseguiam com os chineses, os executivos da Fuyao passam a substituí-los por robôs autônomos.

De acordo com o que é sugerido por Hermann, Pentek e Otto (2016), as “fábricas inteligentes” recorrem à conectividade da IOT (*Internet of Things*) e à disponibilidade da IOS (*Internet of Services*) para gerenciar sistemas complexos, que integram em rede máquinas e humanos por meio dos CPSs (*Cyber-Physical Systems*). A palavra *cyber*, que tem origem no termo *cybernetics*, significa uma “grande concentração de tecnologia avançada”, que sintetiza o mote

que cerca esse novo paradigma de produção, que ao realizar o intento último de mecanicismo do fordismo, denominamos cyberfordismo, representando um novo estágio do *continuum* dos paradigmas de produção – o ultrafordismo

São ainda praticamente inexistentes as referências ao cyberfordismo na literatura acadêmica, de modo que estamos nos arriscando a inseri-lo no debate e caracterizá-lo. Nossa pesquisa na Internet e nos bancos bibliográficos com a palavra-chave cyberfordismo (Portal Capes, Google Acadêmico, Ebsco, Scopus) resultou em um único trabalho que usa esse termo: a resenha de Toni (2019), que analisando o livro de Astrologo, Suborne e Terni (2019), usa o termo em um sentido similar ao que estamos apresentando, argumentando que, se por um lado a Indústria 4.0 abandona o clássico modelo taylorista-fordista com base na hierarquia e na superespecialização de tarefas, por outro maximiza a memória de Taylor com um modelo cyberfordista que implica no uso da inteligência artificial para realizar esse controle hierárquico e da cadeia de decisão, com grande eficiência e reduzindo drasticamente os custos de mão-de-obra.

O diferencial dos sistemas de inteligência artificial, próprios da Indústria 4.0, é o uso de máquinas inteligentes que podem reorganizar a força de trabalho material e intelectual até mesmo substituindo os seres humanos em tarefas mais complexas. Assim, nesse contexto, Astrologo, Suborne e Terni (2019) preveem a emergência de um subproletariado destinado a trabalhos ocasionais e desqualificados, que não podem ser realizados por máquinas, e a substituição de técnicos e trabalhadores que desempenhavam funções de gerenciamento e tarefas especializadas por máquinas inteligentes e sistemas de controle generalizados.

Assim, do compromisso fordista com viés keynesiano que conectava a produção e o consumo em massa com apoio do Estado de bem-estar social, que teve seu auge na década 1960, passamos pelo pós-fordismo de inspiração neoliberal, que envolvia a flexibilização da produção e intensa terceirização dos processos de trabalho, com desmonte do aparato estatal previdenciário nos países ocidentais para alcançar o estágio ultraneoliberal cyberfordista, delimitado pela Indústria 4.0, que mobiliza, como apontou Antunes (2020), um proletariado fabril e de serviços precarizados, de período parcial e vínculo temporário, bem como um proletariado informal – um segmento de trabalhadores conhecidos hoje como “uberizados” (por exemplo, entregadores de produtos, motoristas de aplicativos) – que estão implicados pelos seguintes elementos formativos: a ideologia neoliberal que destrói a legislação protetora trabalhista, privilegiando o mercado e uma revolução tecnológica voltada para o capital e não para a humanidade.

Em síntese, é possível apresentar o seguinte quadro comparativo dos paradigmas de produção – Fordismo, Pós-Fordismo e Cyberfordismo, que nos auxilia a visualizar as diferenças e continuidades entre eles:

Quadro Comparativo: Fordismo, Pós-Fordismo e Cyberfordismo

	Fordismo	Pós-Fordismo	Cyberfordismo
Nível de mecanicismo	Homem-Máquina Rigidez	Homem-Máquinas Flexibilidade	Máquina-Máquina Integração Sistêmica
Nível da mão-de-obra	Superespecialização da mão-de-obra	Especialização da mão-de-obra	Automação da mão-de-obra
Relação entre operários e gerentes	Separação entre trabalho manual e trabalho intelectual	Conexão entre trabalho manual/automatizado e trabalho intelectual	Conexão entre trabalho automatizado e inteligência artificial
Relação capital-trabalho	Regulamentação do trabalho	Desregulamentação do trabalho	Pós-trabalho
Paradigma Industrial	Indústria 1.0 e 2.0	Indústria 3.0	Indústria 4.0
Paradigma econômico	Keynesianismo Estado do bem-estar	Neoliberalismo Estado mínimo	Ultraneoliberalismo Estado guardião do mercado

Fonte: Elaboração Própria

Assim, apesar de cada paradigma apresentar características peculiares, é possível notar um *continuum* entre o fordismo, o pós-fordismo e o cyberfordismo, pois fica evidente que cada um representa um estágio do processo de aceleração da Revolução Industrial na direção de uma maior mecanização e desregulamentação do trabalho, sempre de acordo com as novas faces do capitalismo e do paradigma industrial e econômico vigente. Recordando Tragtenberg (1974) e Paes de Paula (2002), as inexoráveis harmonias administrativas seguem seu curso na teoria e prática da gestão, pois independentemente do paradigma de produção, perpetuam-se os mecanismos diretos e indiretos de controle social, que garantem a produtividade e a ordem nas relações no mundo do trabalho.

Conclusões

Nesse ensaio, nosso objetivo foi apresentar a Indústria 4.0 como manifestação um novo paradigma de produção – o cyberfordismo, destacando suas características e seu alinhamento com o estágio ultraneoliberal do capitalismo. Para isso, delimitamos o que é a Indústria 4.0, destacando suas relações com a aceleração da automação industrial e da utilização da internet e da inteligência artificial nos processos decisórios. Também debatemos como ocorreu a evolução do fordismo e do pós-fordismo, que se entrelaçam, respectivamente com o compromisso keynesiano e a flexibilização neoliberal, com o intuito de demarcar o cyberfordismo como manifestação do estágio ultraneoliberal do capitalismo. Discutimos então o paradigma cyberfordista como uma vanguarda renovada do pensamento taylorista-fordista, que ao maximizar seus propósitos alcança a realização do sonho mecanicista: tornar dispensáveis tanto a mão-de-obra fabril, quanto a intervenção gerencial.

Apresentando um quadro sintético com as características do fordismo, do pós-fordismo e do cyberfordismo, evidenciamos que há um *continuum* entre esses paradigmas de produção, na medida que representam fases da aceleração dos processos de mecanização e da própria desregulamentação do trabalho. Além disso, os paradigmas de produção refletem visões de mundo que se desdobram em dinâmicas sociais, econômicas e políticas próprias de suas épocas, sem romper com o pressuposto das ideologias e harmonias administrativas que realizam o controle social do trabalho e de sua inserção no contexto produtivo, como demarca o pensamento tragtenberguiano.

Podemos ainda concluir que o cyberfordismo também é uma manifestação das visões de como se disseminam as novas tecnologias que substituem o trabalho humano, que Toni (2019)

denomina como tecno-otimistas ou tecno-pessimistas. De um modo geral, o progresso social e econômico tem como justificativa melhorar as condições de vida dos seres humanos, fazendo referência à visão utópica de que a evolução das relações de produção e das tecnologias poderiam levar a uma liberação do trabalho e à emancipação dos sujeitos, como sugerem algumas leituras do pensamento marxista. No entanto, da forma como atualmente se apresenta, conjugado ao ultraneoliberalismo, o cyberfordismo parece contribuir muito mais para a eliminação de empregos e a precarização das relações de trabalho, sem que ocorra uma contrapartida de liberação da mão-de-obra fabril e gerencial para outras ocupações, sejam elas produtivas, sociais, políticas e artísticas, que correspondam a uma remuneração necessária a uma sobrevivência digna.

Por outro lado, notamos que no caso brasileiro, conforme constatamos na literatura, há muitos desafios para que se alcance os níveis esperados da Indústria 4.0, pois ainda nos encontramos em estágios anteriores da Revolução Industrial. Embora alguns pesquisadores acreditem que as condições de automação e integração de sistemas já existam, sendo uma questão de articulação e planejamento, o fato é que nossa indústria ainda não apresentou plenamente, em vários casos, os ganhos de produtividade esperados das transformações tecnológicas. Apesar disso, no campo das relações de trabalho, observamos a preparação do terreno para uma abordagem ultraneoliberal nos discursos e ações governamentais e dos setores industriais, que estão resultando em reformas que implicaram na desregulamentação dos contratos de trabalho e na redução de postos de emprego.

No momento em que elaboramos esse texto, o mundo está enfrentando a pandemia causada pelo coronavírus, que resultou no isolamento e afastamento social, bem como longos períodos de quarentena para diminuir o ritmo das infecções. O fenômeno nos colocou diante do desafio de implementar de forma acelerada o teletrabalho, o ensino à distância e todos os formatos remotos de atividades que se utilizam de tecnologias de informação como maneira de evitar o contato entre as pessoas. As consequências da pandemia ainda são imprevisíveis, mas é possível especular que contribua para engendrar os processos típicos da Indústria 4.0, em especial a automação e o uso da inteligência artificial nas decisões.

Uma vez que se trata de um ensaio teórico, consideramos que ele alcançou seu objetivo, pois discutimos o que foi proposto: as características de um novo paradigma de produção – o cyberfordismo – e suas repercussões nas esferas produtivas, econômicas e sociais no domínio do ultraneoliberalismo. Ainda são escassos os estudos sobre o assunto, conforme constatamos na literatura, de modo que recomendamos para futuras pesquisas que os investigadores procurem debater nossas proposições em trabalhos, tanto teóricos quanto empíricos, abordando indústrias e organizações de prestação de serviços, bem como centros de investigação nas universidades e pesquisadores que analisam o tema.

Referências

- Alves Filho, A. G., Marx, R., & Zilbovicius, M. (1992). Fordismo e Novos Paradigmas de Produção: Questões sobre a transição no Brasil. *Produção*, 2 (2), 113-124.
- Anderl, R. (2014). *Indústria 4.0 – Advanced Engineering of Smart Products and Smart Production*. In *International Seminar on High Technology*. Piracicaba, SP, Brasil.
- Antunes, R. (1999). *Adeus ao Trabalho*. São Paulo: Cortez, Universidade Estadual de Campinas.

- Antunes, R. (2019). *Riqueza e miséria no Brasil IV*. São Paulo: Boitempo.
- Antunes, R. (2020). *O privilégio da servidão. O novo proletariado de serviços na era digital*. São Paulo: Boitempo.
- Assad Neto, A., Pereira, G. B., Drozda, F. O., & Santos, A. P. L. (2018). A busca de uma identidade para a Indústria 4.0. *Brazilian Journal of Development*, 4 (4), 1379-1395.
- Astrologo, D., Surbone, A., & Terna, P. (2019). *Il lavoro e il valore all'epoca dei robot. Intelligenza artificiale e non-occupazione*. Meltemi: Milano.
- Bitkom, Vdma, & Zvei. (2016). *Implementation strategy Industrie 4.0: report on the results of the Industrie 4.0 plataform*. Frankfurt, Alemanha.
- Caruso, L. (2018). Digital innovation and the fourth industrial revolution: epochal social changes? *AI & Society*, 33, 379-392.
- Dardot, P., & Laval, C. (2016). *A nova razão do mundo. Ensaio sobre a sociedade neoliberal*. São Paulo: Boitempo.
- Dowbor, L. (2017). *A era do capital improdutivo*. São Paulo: Autonomia Literária.
- Dratch, R., & Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or hype? *Industrial Electronics Magazine*, 8 (2), 56-58.
- Erol, S., Schumacher, A., & Sihn, W. (2016). Strategic guidance towards Industry 4.0 – a three-stage process model. In *Proceedings of International Conference on Competitive Manufacturing*. Stellenbosch, South Africa.
- Firjan (2016). *Indústria 4.0. Panorama de Inovação*.
- Gentner, S. (2016). Industry 4.0: Reality, Future or just Science Fiction? How to Convince Today's Management to Invest in Tomorrow's Future. *CHIMIA International Journal for Chemistry*, 70 (9), 628-633.
- Harvey, D. (1993). *A Condição Pós-Moderna*. 13 ed. São Paulo: Edições Loyola.
- Hermann, M., Pentek, T., & Otto, B. (2016). Design principles for Industrie 4.0 scenarios. In *Annual Hawaii International Conference on Systems Science*. (pp. 3928-3937). Hawaii, EUA: IEE Computer Science Society.
- Jasti, N., & Kodali, R. (2016). An empirical study for implementation of lean principles in Indian manufacturing industry. *Benchmarking: An International Journal*, 23 (1), 183-207.
- Kargermann, H. (2014). Chancen von Industrie 4.0 nutzen. In T. Bauernhansl, M. Hompel & B. Vogel-Heuser (Eds.). *Industrie 4.0 in Production, Automatisierung and Logistik*. (pp. 603-614). Wiesbaden, Alemanha: Springer Vieweg.

- Kargermann, H., Wahstler, W., & Helbig, J. (2013). *Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0*. Frankfurt, Alemanha.
- Khan, A., & Turowski, K. (2016). A survey of current challenges to opportunities and preparation for Industry 4.0. In *International Scientific Conference on Internet of Things and Big Data* (pp. 15-26). Sochi, Russia: Springer International Publishing.
- Kubinger, W., & Sommer, R. (2016). Fourth industrial revolution-impact of digitalization and Internet on the industrial location. *Elektrotechnik und Informationstechnik*, 133 (7), 330-333.
- Kupfer, D. (2016, agosto 8). Indústria 4.0 Brasil. *Valor Econômico*.
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Informations Systems Engineering*, 6 (4), 239-242.
- Lima, A. A., & Pinto, G. S. (2019). Indústria 4.0: um novo paradigma para a indústria. *Interface Tecnológica*, 16 (2), 299-311.
- Lipietz, A. O. (1991). *Audácia: uma alternativa para o século XXI*. São Paulo: Nobel.
- Marodin, G., & Saurin, T. (2013). Implementing lean production systems: research areas and opportunities for future studies. *International Journal of Production Research*, 51 (22), 6663-6680.
- Oesterreich, T. D., & Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, 83, 121-139.
- Paes de Paula, A. P. (2002). Tragtenberg revisitado: as inexoráveis harmonias administrativas e a burocracia flexível. *Revista de Administração Pública*, 36 (1), 127-144.
- Pereira, A., & Simonetto, E. O. (2018). Indústria 4.0: Conceitos e perspectivas para o Brasil. *Revista Universidade Vale do Rio Verde*, 16 (1), 1-9.
- Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. *Procedia CIRP*, 52, 173-178.
- Roblek, V., Mesko, M., & Krapez, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open*, 6 (2), 1-11.
- Rübmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9.
- Sanders, A., Enlangeswaran, C., & Wulfsberg, J. (2016). Industry 4.0 implies lean manufacturing: research activities in Industry 4.0 function as enablers for lean manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9 (3), 811-833.

- Santos, B. P., Alberto, A., Lima, T.D. F., & Charrua-Santos, F. M. B. (2018). Indústria 4.0. Desafios e Oportunidades. *Revista Produção e Desenvolvimento*, 4 (1), 111-124.
- Satiél, R. M. F., & Nunes, F. L. (2017). A Indústria 4.0 e o Sistema Hyundai de produção: suas interações e diferenças. In *V Simpósio de Engenharia de Produção* (pp. 260-271). Joinville, SC, Brasil.
- Schwab, K. (2016). *A quarta revolução industrial*. São Paulo: Edipro.
- Shah, R., & Ward, P. (2003). Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance. *Journal of Operations Management*, 21 (2), 129-149.
- Sigahi, T. F. A. C., & Andrade, B. C. A. (2017). Indústria 4.0 na perspectiva da Engenharia de Produção no Brasil: Levantamento e síntese de trabalhos publicados em congressos nacionais. In *XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (pp. 1-13). Joinville, SC, Brasil.
- Silva, R. M., Santos Filho, D. J., & Myagi, P. E. (2015). Modelagem de Sistema de Controle da Indústria 4.0 baseada em Holon, Agente, Rede de Petri e Arquitetura orientada a serviços. In *XII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente*. Natal, RN, Brasil.
- Tessarini Jr, G., & Saltorato, P. (2018). Impactos da Indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Produção Online*, 18 (2), 743-769.
- Toni, G. (2019). *Nemico (e) immaginario. L'Intelligenza artificiale tra timori e utopie*. Recuperado em 29 de abril de 2020, de <https://www.carmillaonline.com/2019/10/24/nemico-e-immaginario-lintelligenza-artificiale-tra-timori-e-utopie/>
- Tortorella, G. L., Fetterman, D., Giglio, R., & Borges, G. A. (2018). Implementação da produção enxuta e Indústria 4.0 em empresas brasileiras de manufatura. *Revista Empreender e Inovar*, 1 (1), 1-18.
- Tragtenberg, M. (1974). *Burocracia e Ideologia*. São Paulo: Ática.
- Vermulm, R. (2018). *Políticas para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil*. Brasília: IEDI.
- Zawadzki, P., & Żywicki, K. (2016). Smart product design and production control for effective mass customization in the Industry 4.0 concept. *Management and Production Engineering Review*, 7 (3), 105-112.
- Wood Jr, T. (1992). Fordismo, Toyotismo e Volvismo: os caminhos da indústria em busca do tempo perdido. *Revista de Administração de Empresas*, 32 (4), 6-18.