



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS  
ECONÔMICAS (FACE)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

MATHEUS HENRIQUE DE ARAÚJO DUTRA

**Negociações coletivas e indústria 4.0 na EU-15: uma análise de modelos  
condicionais mistos**

GOIÂNIA

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS ECONÔMICAS

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação     Tese     Outro\*: \_\_\_\_\_

\*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

#### 2. Nome completo do autor

Matheus Henrique de Araújo Dutra

#### 3. Título do trabalho

Negociações coletivas e indústria 4.0 na EU-15: uma análise de modelos condicionais mistos

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

**[1]** Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

**a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a);

**b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Matheus Henrique De Araújo Dutra, Usuário Externo**, em 03/03/2023, às 10:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Sandro Eduardo Monsueto, Professor do Magistério Superior**, em 03/03/2023, às 10:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3567227** e o código CRC **C0644D29**.

---

MATHEUS HENRIQUE DE ARAÚJO DUTRA

**Negociações coletivas e indústria 4.0 na EU-15: uma análise de modelos  
condicionais mistos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas da Universidade Federal de Goiás como requisito para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Economia Aplicada

Linha de pesquisa: Desenvolvimento e Políticas Públicas.

Orientador(a): Professor Sandro Eduardo Monsueto, Dr.

GOIÂNIA

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Dutra, Matheus Henrique de Araújo  
Negociações coletivas e indústria 4.0 na EU-15 [manuscrito] : uma análise de modelos condicionais mistos / Matheus Henrique de Araújo Dutra. - 2023.  
XIX, 19 f.

Orientador: Prof. Dr. Sandro Eduardo Monsueto.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas (FACE), Programa de Pós-Graduação em Economia, Goiânia, 2023.

Inclui siglas.

1. Negociações Coletivas. 2. Sindicatos. 3. Indústria 4.0. 4. Variedades de Capitalismo. 5. União Europeia. I. Monsueto, Sandro Eduardo , orient. II. Título.

CDU 33



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E CIÊNCIAS ECONÔMICAS

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº 02 da sessão de Defesa de Dissertação de **Matheus Henrique de Araújo Dutra**, que confere o título de Mestre em Economia, na área de concentração em Economia Aplicada.

Aos vinte e quatro dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte e três, a partir das 13h30min, na transmissão em videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada “Negociações coletivas e indústria 4.0 na EU-15: uma análise de modelos condicionais mistos”. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor Sandro Eduardo Monsueto (PPGECON/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor Julimar da Silva Bichara, da Universidad Autónoma de Madrid, membro titular externo; Professor Doutor Waldemiro Alcântara da Silva Neto (PPGECON/UFG) membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido o candidato aprovado pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor Sandro Eduardo Monsueto, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos vinte e quatro dias do mês de janeiro do ano de dois mil e vinte e três.

**TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA**

“Negociações coletivas e indústria 4.0 na EU-15: uma análise de modelos condicionais mistos”.



Documento assinado eletronicamente por **Sandro Eduardo Monsueto, Professor do Magistério Superior**, em 13/03/2023, às 08:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Waldemiro Alcântara Da Silva Neto, Professor do Magistério Superior**, em 13/03/2023, às 09:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Julimar da Silva Bichara, Usuário Externo**, em 14/03/2023, às 07:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3589600** e o código CRC **E974A0C8**.

**Referência:** Processo nº 23070.065339/2022-47

SEI nº 3589600

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta obra a todos que amo, embora duvide que me agradeçam por isso.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe e irmã por todo o amor e apoio incondicionais durante toda essa jornada.

Ao meu amigo e orientador Sandro Eduardo Monsueto pelos seus inúmeros conselhos, broncas e injeções de ânimo. Sem enorme ajuda e compreensão não teria chegado até aqui.

À Moisés Cunha pelas oportunidades profissionais a mim proporcionadas, que permitiram a continuidade dos meus estudos.

À Anna Paula Caetano, cujo tratamento psicoterapêutico me fez sair da mais profunda depressão.

Ao meu irmão Thayrone Franco por sua eterna amizade. Nos momentos mais difíceis de minha vida foi você aquele que me estendeu a mão, tornando-se a figura paterna e fraternal que nunca tive.

*“As mais impressionantes façanhas humanas são, na realidade, o agregado de inumeráveis elementos isolados e cada um dos quais, em certo sentido, nada tem de extraordinário.” Dan Chamblis*

## RESUMO

A indústria 4.0, compreendida como um processo de inovação baseada em sistemas cyber-físicos e na “Internet das Coisas”, está despertando o interesse da comunidade científica por seu potencial disruptivo e por seus impactos econômicos e no mundo do trabalho. Diante disso, a presente dissertação tem por objetivo analisar a relação entre negociações coletivas e a Indústria 4.0 em empresas de 15 países da União Europeia, baseando-se no nível em que aquelas ocorrem e nas diferentes relações industriais de grupos distintos de países, tendo como fundamentação teórica o conceito de Variedades de Capitalismo. Assim, são estimados modelos do tipo *biprobit* para verificar a probabilidade de uma firma utilizar ou introduzir tecnologias relacionadas à indústria 4.0, baseado no nível em que se apresenta tais negociações em um conjunto de variáveis explicativas de uma amostra da *European Company Survey*. Diante da possível presença de problemas de endogeneidade e heterogeneidade não observadas, os modelos são estimados utilizando o estimador de Deb e Trivedi (2006b). Os resultados apontam para uma relação positiva e significativa entre a presença de negociações coletivas, sobretudo as que ocorrem em níveis superiores, e a probabilidade de a firma introduzir ou já utilizar tecnologias da I.4.0. É verificado também que negociações coletivas possuem um efeito não linear na inovação, sendo esse impacto mais relevante em empresas com menor tendência a inovar, pertencentes a economias de mercado liberal.

Palavras-chaves: Negociações coletivas, sindicatos, indústria 4.0, variedades de capitalismo, união europeia.

## **ABSTRACT**

Industry 4.0, understood as an innovation process based on cyber-physical systems and the "Internet of Things", is raising the interest of the scientific community for its disruptive potential and its economic and world of work impacts. Thereof, this dissertation aims to analyze the relationship between collective agreements and Industry 4.0 companies in 15 countries of the European Union, based on the level at which they occur and the different industrial relations of different groups of countries, using the concept of Varieties of Capitalism as a theoretical basis. Thus, biprobit-type models are estimated to verify the probability that a business company uses or introduces technologies related to Industry 4.0, based on the level at which such negotiations are presented in a set of explanatory variables from a sample of the European Company Survey. Given the possible presence of unobserved endogeneity and heterogeneity problems, the models are estimated using the estimator of Deb and Trivedi (2006b). The results indicate a positive and significant relationship between the presence of collective agreements, especially that occurring at higher levels, and the probability that the company introduces or already uses I.4.0 technologies. It is also found that collective agreements has a non-linear effect on innovation, and this impact is more relevant in companies with a lower tendency to innovate, belonging to liberal market economies.

**Keywords:** Collective agreements, trade unions, industry 4.0, varieties of capitalism, European Union.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ECS — European Company Survey

EMC — Economias de Mercado Coordenado

EML — Economias de Mercado Liberal

EMM — Economias de Mercado Misto

I.4.0 — Indústria 4.0

NC — Negociações Coletivas

SCF — Sistemas Cyber-Físicos

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	13
<b>2.1 Indústria 4.0</b> .....	13
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	24
<b>3.1 Base de dados e estratégica econométrica</b> .....	24
<b>4. RESULTADOS</b> .....	29
<b>4.1 Estatísticas Descritivas</b> .....	29
<b>4.2 Resultados Econométricos</b> .....	30
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	34
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito da Indústria 4.0 foi popularizado, sobretudo por Kagermann (2013), como parte de um conjunto de recomendações estratégicas que visam garantir a competitividade da indústria, podendo ser compreendida como a adoção de técnicas e processos produtivos mediante a digitalização, uso de *big data*, internet das coisas e computação em nuvem; ferramentas essas capazes de gerar otimização, automatização, redução de custos e maiores ganhos de competitividade em toda a cadeia produtiva industrial (CASTELO-BRANCO et al., 2019; LÖÖW et al., 2019). Desde a publicação do artigo seminal de Kagermann (2013), o interesse da comunidade científica pela I.4.0 cresceu exponencialmente dado seu potencial econômico e disruptivo, sobretudo no que tange às transformações no mundo do trabalho.

Raj et al. (2020) e Wisskirchen et al. (2017) avaliam que o uso dessas tecnologias emergentes iniciou um processo de substituição de trabalhadores pela inteligência artificial, que pode acarretar na extinção de empregos atuais e, ao mesmo tempo, na criação de novos postos de trabalho, além de reforçar desigualdades sociais, trazendo luz ao debate sobre o futuro do emprego e o bem-estar do trabalhador. Diante deste cenário, autores como Haipeter (2020) mostram que os sindicatos, entidades representativas dos empregados, ressurgem como intermediadores ativos frente ao contínuo processo de inovação, visando garantir a segurança e estabilidade do emprego, o bem-estar e o diálogo social junto aos representantes patronais, o Estado e demais instituições.

Do ponto de vista econômico, a literatura clássica considera os sindicatos como agentes que distorcem preços relativos, geram aumento dos custos das empresas e dificultam gastos com pesquisa e desenvolvimento (OSWALD, 1985). Contudo, pelo lado empírico, Menezes-Filho e Van Reenen (2003) realizaram uma robusta revisão da literatura no que tange ao comportamento dos sindicatos diante do processo de inovação tecnológica e concluíram que os resultados variam de estudo para estudo, destacando que aqueles que possuem como objeto de análise o mercado de trabalho norte-americano, apontam para uma relação negativa entre negociações coletivas e gastos com pesquisa e desenvolvimento. Já os que avaliam países da Europa Ocidental não identificam uma relação negativa entre a presença sindical e a inovação tecnológica. Por fim, os autores apontam que a literatura econômica carece de estudos empíricos, sobretudo aqueles que abordam problemas de endogeneidade e heterogeneidade não observada na relação entre a inovação tecnológica e negociações coletivas.

A variação de resultados encontrados por Menezes-Filho e Van Reenen (2003) pode ser justificada por fatores culturais, institucionais, a estrutura em que acontece as negociações coletivas, o setor de atuação da empresa e a abrangência geográfica dos diferentes países analisados, entre outros elementos (SPRENGER, 2011). Tal apontamento parece convergir com a teoria de Variedade de Capitalismo (VoC), proposta por Hall e Soskice (2001), em que a comparação de diferentes tipos de capitalismo pode ser realizada pela análise de diferentes atores (firmas, Estado, governo etc.) e seus respectivos impactos na política econômica do país, sobretudo nas relações industriais.

Visando contribuir para o debate, a presente dissertação possui como principal objetivo analisar a relação entre a introdução de tecnologias relacionadas com a I.4.0 e os tipos de negociações coletivas nos países que compõem a União Europeia dos 15 (EU-15) utilizando os microdados da *European Company Survey* (ECS-2019). A base possui variáveis binárias que permitem mensurar se a firma introduziu tecnologias relacionadas com a I.4.0 e qual o nível em que as negociações coletivas acontecem, se a nível da empresa, superior (nacional, setorial/regional) ou sem a presença de negociações, mesurando assim os possíveis impactos na introdução da I.4.0.

Para alcançar o objetivo principal aqui proposto, são testadas quatro hipóteses. A primeira afirma que negociações coletivas possuem impacto significativo na probabilidade de uma empresa introduzir tecnologias relacionadas com a Indústria 4.0. Seguindo o estabelecido por Sprenger (2011), a segunda hipótese afirma que a relação entre negociações coletivas e a introdução de tecnologias da I.4.0 é ambígua e depende do nível estrutural em que ocorrem. A terceira hipótese sugere que o contexto histórico, institucional e as relações industriais de cada país geram diferentes resultados no que tange a probabilidade de uma firma optar por adotar a Indústria 4.0 em suas dependências. Por fim, a quarta hipótese aponta que economias de mercado misto possuem menor probabilidade de inovar quando comparada com aquelas de mercado centralizado e liberal. Desta forma, a presente dissertação visa contribuir para o debate em economia do trabalho apresentando novas evidências sobre a introdução de tecnologias da Indústria 4.0 nos países da EU-15, trazendo nova perspectiva sobre o papel dos sindicatos no desempenho econômico, performance da empresa e competitividade.

Ciente de potenciais problemas de endogeneidade e heterogeneidade não observadas na relação entre negociações coletivas e inovação tecnológicas (MENEZES-FILHO E VAN REENEN, 2003), são estimados modelos de probabilidade utilizando o estimador de Deb e Trivedi (2006b). Tal metodologia permite o uso de variáveis instrumentais para estimar

apropriadamente os impactos das negociações coletivas na probabilidade da introdução de tecnologias da Indústria 4.0.

A dissertação está dividida em mais quatro capítulos além desta introdução, sendo eles a revisão da literatura, a metodologia, os resultados econométricos e as considerações finais.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Esse capítulo apresenta uma breve revisão teórica e empírica sobre a I.4.0, sindicatos e o papel das negociações coletivas sobre o processo de inovação das empresas. Possui como objetivo apresentar como a literatura econômica está abordando esses tópicos ao longo dos últimos anos e quais os possíveis caminhos de pesquisa. A correta conceitualização dos termos aqui explorados, aliada a uma análise de estudos empíricos anteriores vão contribuir para abordagem econométrica proposta neste estudo.

### 2.1 Indústria 4.0

Apesar da heterogeneidade em sua conceitualização (MARESOVA et al., 2018), a I.4.0 pode ser compreendida como o processo de implementação de tecnologias inovadoras e emergentes, cujo objetivo é alcançar otimização, automatização, redução de custos e customização de produtos e serviços em toda a cadeia produtiva, com o mínimo de intervenção humana possível (YNZUNZA-CORTÉZ et al., 2017; SLUSARCZYK, B., 2018). Essa visão da I.4.0 foi popularizada, principalmente por Kagermann (2013), como parte de recomendações estratégicas para garantir a competitividade da indústria alemã, sendo considerada uma etapa avançada do processo de automatização industrial e fabril iniciada na década de 1970, e cujas bases foram o uso de tecnologias da informação e eletrônica (LÖÖW et al., 2019; JUNIOR; SALTORATO, 2018; YOUSIF et al., 2022).

Kagermann (2013) aponta como núcleo deste processo os Sistemas Cyber-Físicos (SCF), ambientes de interação entre o mundo real e o virtual, capazes de conectar máquinas, processos e humanos em uma rede inteligente, integrada e autônoma (ZHENG et al., 2021). Para Piccarozzi et al. (2018) as principais tecnologias que constituem os SCF são a “Internet das Coisas”, robótica, inteligência artificial e segurança cibernética. Na mesma linha, Muhuri et al. (2018) consideram como principais elementos do fenômeno a realidade virtual e o uso intensivo de *big data*, computação em nuvem e *data science*. Dos Santos et al. (2021) apontam que tais elementos são acompanhados de tecnologias auxiliares, destacando-se a robótica, inteligência virtual e artificial e automação. Os autores concluem que a interação entre essas diferentes tecnologias em redes colaborativas pode ser um fator fundamental na busca por vantagem competitiva. Resultado semelhante é encontrado por Sikandar et al. (2021), por meio de uma análise bibliométrica de artigos científicos publicados entre 2016 e 2020 na base de dados de

resumos e citações *Scopus*. Os pesquisadores identificaram que as palavras-chave mais recorrentes nos estudos acerca da I.4.0 são os SCF, Internet das Coisas, fábricas inteligentes, digitalização, computação em nuvem e *big data*.

Diante dos resultados encontrados pela literatura e para os propósitos deste trabalho, será utilizada a definição de Castelo-Branco et al. (2019) para a I.4.0, que entende como sendo a adoção de técnicas e processos por meio do uso da digitalização, *big data*, internet das coisas e computação em nuvem visando vantagem competitiva nos mercados doméstico e global.

O interesse da comunidade científica pela I.4.0 justifica-se pelo seu potencial econômico e disruptivo, destacando-se o aumento da produtividade industrial, criação de valor econômico e transformação no mundo do trabalho, principalmente no que se refere à manutenção e à qualidade do emprego (KAGERMANN, 2013). Sobre o último, Wisskirchen et al. (2017) avaliam que o uso das tecnologias emergentes iniciou um processo de substituição de trabalhadores pela inteligência artificial e automação que, em última instância, pode acarretar na extinção de empregos atuais e criação de novos postos de trabalho. Pontuam também que a automação deve proporcionar a redução de trabalhos manuais e repetitivos, sendo os trabalhadores beneficiados com maior tempo livre e capazes de exercer mais atividades criativas e recreativas. Já Raj et al. (2020) destacam que os processos relacionados com a I.4.0 podem reforçar as desigualdades sociais por meio da distinção entre trabalhadores com altas habilidades e bem remunerados e aqueles com baixa instrução e remuneração. As novas tecnologias trazem também luz a discussões sobre possíveis consequências negativas de caráter ético e legal, colocando em destaque o futuro do emprego e a necessidade da adaptação da legislação trabalhista diante do cenário atual (SIMA et al., 2020).

Buscando compreender como o processo de automatização e de novas habilidades deve moldar o futuro do emprego, Mula-Granados et al. (2019) analisam dados de trabalhadores de países emergentes (China, Brasil, Índia e Indonésia) e desenvolvidos (Alemanha, França, Japão, Espanha, Suécia, Estados Unidos e Reino Unido) utilizando a base de dados do *Boston Consulting Group's Henderson Institute of the Future of the Work* (BHI, 2018). Os pesquisadores estimam uma série de modelos econométricos para verificar a probabilidade da introdução de novas tecnologias (como o uso de robôs e a inteligência artificial) possuir impacto significativo na alteração das atividades e do emprego dos trabalhadores residentes nos países analisados, controlando fatores tais quais

características específicas de cada mercado de trabalho, diferentes condições socioeconômicas entre países e a presença de leis de proteção ao trabalho. Os resultados apontam que trabalhadores possuem uma visão mais positiva do que negativa sobre o impacto da inovação no futuro do emprego, sobretudo nos países de economia emergente. O pessimismo prevalece entre os mais velhos, pobres, do sexo feminino, residentes no continente europeu e em cujos países passaram por uma onda recente de automatização. Entre os otimistas destacam-se os residentes em países com leis de proteção ao trabalho mais presentes, capazes de proteger o empregado da volatilidade do emprego.

A preocupação dos trabalhadores com o futuro do emprego e com garantias de condições de trabalho não é algo recente. Inovações tecnológicas em larga escala remontam à primeira revolução industrial, onde alteraram o processo produtivo, o ambiente de trabalho e as relações sociais no continente europeu e, posteriormente, no restante do mundo. O período acima mencionado foi marcado por acentuada desigualdade social, exploração dos empregados, baixas remunerações, longas jornadas de trabalho, exploração infantil e uso de castigos físicos nas fábricas (FRANCO & CHANCON, 1989). A classe operária, ciente que ações individuais não eram suficientes para proporcionar alterações significativas nas condições de trabalho, decidiram criar organismos representativos de caráter coletivo, denominados sindicatos, que ainda hoje possuem papel relevante diante das recentes ondas de inovação tecnológica (VAN DEN BERGH, 1970). Neste sentido, a próxima seção aborda como a literatura econômica tem analisado a relação entre as organizações sindicais, negociações coletivas e as alterações no emprego geradas pelos processos de inovação, em particular, aqueles relacionados com a I.4.0.

## **2.2 Sindicatos, negociações coletivas e inovação**

Os sindicatos surgiram na Inglaterra do final do século XVIII com o propósito de combater a arbitrariedade na determinação dos salários e as precárias condições de trabalho apresentadas sobretudo nos ambientes industriais. Segundo Hyman (2002), os sindicatos atuam em quatro frentes, sendo elas as negociações sobre salários e benefícios, a proteção ao emprego individual e coletivo, *lobby* junto ao Estado e o bem-estar do empregado, com negociações realizadas em geral com caráter coletivo e baseadas em um sistema tripartite que envolve empregadores, sindicatos/trabalhadores e governos.

As negociações coletivas podem ser definidas como debates entre representantes trabalhistas, patronais, Estado e demais entidades interessadas em defender seus objetivos no que tange à implementação de tecnologias, alterações no ambiente do trabalho, leis trabalhistas, manutenção do emprego, da renda e do bem-estar (MENON & HAYWARD, 1996). Os processos de negociação possuem diferentes formatos, definidos sobretudo em função de seu grau de centralização (AMADEO, 1994), ocorrendo ao nível da firma, local ou setorialmente, regional e nacional (AIDT & TZANNATOS, 2008). Já Sprenger (2011) aponta diversos fatores que contribuem para a capacidade dos sindicatos de participarem efetivamente das negociações coletivas, destacando os diferentes históricos de cada país, o grau de regulamentação governamental e as políticas públicas e econômicas implementadas, além da abrangência setorial e geográfica das influências destas organizações, convergindo com a abordagem de Variedades de Capitalismo (*Varieties of Capitalism* - VoC).

Tal metodologia foi proposta por Hall e Soskice (2001), sendo a firma e suas relações entre diferentes atores de uma economia o núcleo da análise. Consideram a primeira como uma entidade que busca otimizar suas competências no que tange ao desenvolvimento, produção e desenvolvimento de bens e serviços lucrativos. Tal otimização é resultado de suas relações em diferentes esferas, em que se destacam as relações industriais, ou seja, a maneira como as firmas buscam coordenar as condições de trabalho, produtividade e negociações salariais, tendo como principal contraparte os sindicatos. Os autores argumentam que diferentes políticas econômicas podem ser comparadas sendo duas opostas e de fácil identificação, a saber, as Economias de Mercado Liberal (EML) e as Economias de Mercado Coordenado (EMC). Na primeira as negociações coletivas acontecem de maneira bastante descentralizada, ocorrendo principalmente a nível da empresa. A existência de negociações em níveis superiores é desencorajada pela cultura organizacional, pela legislação ou por alternativas formas de contratação. Já em EMC é possível identificar comportamento inverso. Negociações ocorrem em níveis superiores ao da empresa, em que se destaca a presença de sindicatos organizados de forma setorial e nacional, visto que outros atores possuem influência nas relações trabalhistas e não somente o mercado. Destaca-se também que nas EMC as relações intrafirmas possuem papel destacado, onde ações conjuntas de pesquisa e desenvolvimento contribuem para um processo contínuo de inovação e controle de qualidade, enquanto em EML as inovações tendem a ser mais radicais e disruptivas.

Ao analisar as VoC e a crise do euro, Hall (2014) identifica um terceiro grupo de países, denominado de Economias de Mercado Misto (EMM). No continente europeu os países ao sul são os pertencentes a esse grupo e se caracterizam pela presença de sindicatos relativamente fortes, mas que disputam filiados e a liderança das negociações coletivas entre si, tornando-as mais difíceis de coordenação, além de apresentarem uma força de trabalho menos qualificada e, por consequência, com um processo de inovação contínuo de difícil alcance.

Ainda a respeito das relações industriais e seus atores, a literatura econômica clássica caracteriza os sindicatos como agentes que distorcem os preços relativos, prejudicam as firmas via demandas salariais e geram aumentos nos custos das empresas, reduzindo assim sua lucratividade (BALDWIN, 2003; OSWALD, 1985; WRIGLEY, 2002). Contudo, não parece haver um consenso sobre a relação entre essas entidades representativas e o processo de inovação segundo a literatura empírica.

Menezes-Filho & Van Reenen (2003), por exemplo, ao realizarem uma revisão da literatura a respeito do papel dos sindicatos no processo de inovação, concluem que os resultados observados são ambíguos e variam de estudo para estudo. Análises do mercado norte-americano apontam um impacto negativo entre a presença dos sindicatos e os gastos com pesquisa e desenvolvimento pelas empresas, enquanto no continente europeu essa relação não é verificada. Os autores também destacam que não é possível observar uma associação negativa entre o poder sindical e o crescimento da produtividade. Além disso, os pesquisadores concluem que a literatura carece de estudos empíricos que abordam potenciais problemas de endogeneidade ou heterogeneidade não observadas na relação entre sindicatos e inovação tecnológica, tendo em vista que ambas as variáveis podem ser influenciadas pelo mesmo conjunto de fatores. Sugerem que trabalhos futuros utilizem modelos com efeitos fixos em sua metodologia, sendo necessária expansão e continuidade dos estudos sobre o mercado de trabalho, instituições, inovação e crescimento.

Ademais, a literatura avalia que o processo de inovação pela adoção de tecnologias relacionadas à I.4.0 pode apresentar um duplo impacto no mundo do emprego. De um lado existem evidências que apontam para uma redução dos postos de trabalho via automação e redução do bem-estar mediante monitoramento da performance e vigilância digital. No sentido oposto, a inovação pode proporcionar um aumento geral da produtividade e elevação do bem-estar por meio de redução da carga horária, estabelecimento de sistemas de remuneração e empoderamento do empregado através de

maior participação na tomada de decisões (GRAGLIA & LAZZARESCHI, 2018; VAN DER MEER, 2019). Diante deste cenário, os sindicatos renovaram seu papel como entidades intermediadoras ativas ao servirem como representantes de seus afiliados frente ao contínuo processo de inovação tecnológicas e de processos, visando garantir o emprego, o bem-estar e o diálogo social junto aos representantes patronais e o Estado (HAIPETER, 2020).

Nesse contexto, Bryson et al. (2020a) identificam que a inovação pode afetar positivamente a demanda por trabalho mediante criação de novos produtos e negativamente quando o fator trabalho é substituído por investimentos em capital. Segundo os autores, os representantes sindicais devem ser parcimoniosos em suas demandas visto que a não inovação pode reduzir a competitividade da firma a ponto de encerrar suas atividades e, por consequência, destruir os empregos de seus associados. O estudo conclui que quanto mais averso ao risco da perda do emprego, mais favoráveis são os sindicatos à introdução de novas tecnologias.

Por sua vez, Bryson et al. (2009), utilizando dados do *Workplace Employment Relations Survey 2004*, estimam um conjunto de modelos econométricos com o objetivo de analisar os efeitos da inovação gerencial no bem-estar de trabalhadores de empresas britânicas. Os resultados apontam que o processo de inovação está associado com menores taxas de bem-estar entre trabalhadores não sindicalizados. Quando levada em consideração a presença de endogeneidade (a adoção de novas práticas gerenciais podem ser introduzidas justamente para combater o mal-estar observado dos trabalhadores) a relação é mais acentuada, o que pode indicar que empregadores optam pela contratação de funcionários mais propensos a cooperar ou inovam quando o bem-estar geral da firma está elevado, tornando o processo menos adverso. Os autores concluem que os trabalhadores podem procurar por sindicatos para garantir que mudanças em seu local de trabalho levem em consideração seus próprios interesses tornando assim menos custoso a adoção de novas práticas de trabalho para os empregados sindicalizados e para a empresa.

Nessa mesma linha argumentativa, Antonioli et al. (2004) buscam estudar o efeito da introdução de inovações técnico-organizacionais em meio a relações industriais em firmas manufatureiras italianas e o grau de participação dos trabalhadores no processo, mediante aplicação de questionário junto às empresas da região industrial da *Reggio Emilia*. Os resultados apontam que a simples inovação tecnológica, sem a introdução de

inovações gerenciais e novas práticas de trabalho, não é capaz de garantir elevação da performance econômica para a organização. Também apontam que a presença de representantes sindicais com comportamento não antagonista é favorável para a implementação de novos processos. Os pesquisadores concluem que é sensato afirmar que um cenário de diálogo social avançado e de qualidade é condição essencial para o processo de inovação e perpetuação da empresa.

Já Haipeter (2020) investiga como os principais representantes trabalhistas estão se comportando diante do surgimento de novas tecnologias e processos de trabalho no setor manufatureiro alemão, em especial aqueles relacionados com a I.4.0. Por meio de uma revisão bibliográfica, identifica que, ao invés de confrontar e rejeitar a adoção da automação e digitalização, os sindicatos optam por adotar uma estratégia conciliadora, tentando assim garantir voz ativa no processo de inovação. A principal estratégia adotada pauta-se na organização de iniciativas para angariar novos membros, principalmente ao dar sobrevida aos chamados Conselhos Trabalhistas, agremiações mais próximas aos trabalhadores “chão de fábrica” e, por consequência, com contato direto e frequente com as necessidades e opiniões do público-alvo sindical. O autor conclui que para garantir a segurança do emprego diante da redução dos postos de trabalho pelo processo de automatização e digitalização, os representantes sindicais devem desenvolver suas atividades em conjunto com o uso de seus conselhos, criando uma influência significativa na tomada de decisões dentro das firmas.

Ainda nesse raciocínio, Cirillo et al. (2020) analisam como os sindicatos da indústria localizada no chamado “Vale do Motor Italiano” estão reagindo diante da expansão da I.4.0. Por meio de entrevistas com as firmas automotivas *Bonfiglioli Riduttori SpA*, *Cesab-Toyota*, *Ducati* e *Lamborghini*, é evidenciado que os sindicatos são proativos à expansão de investimento e construção de novos produtos, mas seu principal campo de atuação tem ocorrido na fase de implementação das inovações. Enquanto se mostram favoráveis ao uso de *softwares* no auxílio das atividades, ao mesmo tempo são explicitamente contrários ao uso dessas novas ferramentas na coleta de dados que possam ser utilizados em processo de vigilância do ritmo do trabalhador, performance individual ou para propósitos disciplinares. As conclusões apontam para uma revitalização do papel dos sindicatos ao contribuírem para o processo de inovação ao mesmo tempo em que defendem os interesses dos trabalhadores no que tange às condições de trabalho e de bem-estar.

Já Bryson et al. (2020b) exploram a relação entre o processo de inovação em produtos e serviços e a presença sindical nos mercados de trabalho britânicos e noruegueses utilizando dados da *British Workplace Relation Survey 2011* e *Norwegian Workplace Employment Relations Survey 2012*. Os autores estimam um conjunto de modelos de probabilidade para compreender qual o impacto da presença sindical na implementação de métodos e técnicas inovadoras em ambos os países. O Reino Unido e Noruega possuem semelhanças em níveis de pesquisa e desenvolvimento, mas diferenciam-se no formato da estrutura sindical. Negociações coletivas na Noruega são mais centralizadas e baseadas em uma combinação de acordos setoriais e locais, enquanto em seu vizinho anglófono tais negociações são descentralizadas e atuam principalmente a nível firma. Os resultados encontrados apontam que os processos de inovação tecnológica e de práticas de trabalho estão positivamente associados com a inovação de produtos em ambos os países. A presença sindical é associada com a introdução de prática gerenciais inovadoras apenas no Reino Unido, enquanto é positivamente associada ao processo de inovação tecnológica na Noruega, de modo que negociações coletivas estão relacionadas, mesmo que indiretamente, com a introdução de novos produtos. Os autores concluem que os resultados empíricos de estudos das décadas de 1970 e 1980, que afirmam que a figura dos sindicatos é contraproducente à inovação, pode não representar a realidade dos efeitos das negociações coletivas no contexto atual.

As principais conclusões da literatura aqui abordada podem ser sintetizadas com o auxílio do Quadro 1, que permite constatar uma redução do gap metodológico apontado por Menezes-Filho & Van Reenen (2003) ao se observa o aumento de estudos empíricos com uso de modelos econométricos com efeitos fixos e outras formas de controles, na medida em que as bases de dados ficaram cada vez mais abrangentes e de mais fácil acesso. Nota-se também que os resultados obtidos são semelhantes quando se separa os estudos entre os países continentais e oceânicos da Europa, o que pode indicar certa semelhança no formato abordado para implementação de mudanças estruturais no continente europeu, ou ao menos para os pertencentes à União Europeia.

A revisão da literatura também parece indicar que os sindicatos estão abertos ao diálogo social que permeia a I.4.0, além de estarem positivamente relacionados com a introdução de inovações tecnológicas, seja em produtos ou processos. O bem-estar e segurança do emprego destoam como núcleo da pauta sindical e está levando a mudanças na abordagem das entidades representativas, conforme aponta Haipeter (2020).

**Quadro 1 - Síntese da revisão da literatura**

Autores	Países/Base de Dados/Metodologia	Principais Conclusões
Antonioli et al. (2004)	Itália - Questionário aplicado às empresas manufatureiras de Reggio Emilia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A simples inovação tecnológica não é capaz de resultar em melhoras de performance econômica para a organização;</li> <li>• Presença de representantes sindicais não antagonistas é favorável ao processo de inovação tecnológica e novas práticas organizacionais.</li> </ul>
Bryson et al. (2009)	Reino Unido – Workplace Employment Relations Survey 2004.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inovações gerenciais são associadas com menores taxas de bem-estar entre trabalhadores não sindicalizados;</li> <li>• Empregadores optam pela contratação de funcionários mais propensos a cooperar ou tendem a inovar quando o bem-estar e moral estão elevados.</li> </ul>
Bryson & Dale-olsen (2020b)	Reino Unido e Noruega – British Workplace Employment Relations Survey 2011 (WERS 2011); Norwegian Workplace Employment Relations Survey (NWERS 2012).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inovações em tecnologia e trabalho são positivamente associados com a inovação de produtos em ambos os países;</li> <li>• Sindicatos são positivamente associados ao processo de inovação em práticas gerenciais no país britânico e positivamente associados com o processo de inovação tecnológica na Noruega;</li> <li>• Conclui-se que a presença sindical está ao menos indiretamente associado com a inovação de produtos em ambos os países.</li> </ul>
Cirilo et al. (2020)	Itália - Questionário aplicado para as firmas do conhecido “Vale do Motor Italiano”.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acentuada revitalização do papel dos sindicatos;</li> <li>• Sindicatos contribuem para o processo de inovação e defendem os interesses dos trabalhadores.</li> </ul>
Haipeter (2020)	Revisão da literatura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração da abordagem dos sindicatos e retomada do diálogo social em nível local no contexto do surgimento da Indústria 4.0.</li> </ul>
Menezes-Filho & Van Reener (2003)	Revisão da literatura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudos apontam que sindicatos estão negativamente associados com o processo de inovação na América do Norte e os resultados são inconclusivos no continente europeu;</li> <li>• Não é observada relação negativa entre poder sindical e aumento da produtividade;</li> <li>• Carecem estudos com abordagem econométrica.</li> </ul>
Mula-Granados et al. (2019)	Europa, Japão, países emergentes e consolidados/Boston Consulting Group’s Henderson Institute on the Future of Work (BHI,2018).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabalhadores de países emergentes possuem visões positivas sobre a inovação;</li> <li>• Idosos, mulheres, mais pobres e europeus são os mais receosos;</li> <li>• Trabalhadores cientes da necessidade de melhora em suas habilidades e nível educacional.</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria.

Os estudos até aqui mencionados conceitualizaram a I.4.0, sindicatos, NC e o estado da arte em economia do trabalho. A presente dissertação se diferencia das demais pesquisas ao contribuir ao debate investigando a relação entre Negociações Coletivas e uma forma específica de inovação, a Indústria 4.0, em quinze países da União Europeia, utilizando uma abordagem econométrica que leva em consideração a possível presença de endogeneidade e heterogeneidade não observadas, conforme apontado por Menezes-Filho & Van Reener (2003).

Tomando como base a literatura apresentada e a lacuna ainda existente sobre a relação entre negociações coletivas e a atividade da inovação, é possível trabalhar e testar um conjunto de quatro hipóteses. A relação entre negociações coletivas e a decisão da firma de inovar pode ocorrer de forma positiva (Antonioli et al., 2004; Bryson e Dale-Olsen, 2020) ou de forma ambígua (Menezes-Filho e Van Reener, 2003), o que torna possível traçar a primeira hipótese dessa dissertação:

H.1: Negociações coletivas possuem impacto significativo na probabilidade de uma empresa pertencente ao EU-15 introduzir tecnologias da Indústria 4.0.

Ademais, conforme apontado por Amadeo (1994) e Aidt & Tzannatos (2008), a estrutura a qual as negociações coletivas ocorrem pode gerar diferentes resultados na propensão da firma inovar, sobretudo pelo grau de centralização delas, levando a segunda hipótese:

H.2: A relação entre negociações coletivas e a introdução de tecnologias da I.4.0 é ambígua e depende do nível estrutural em que as primeiras ocorrem.

Entretanto, é plausível supor que apenas o nível em que as NC ocorrem não é suficiente para explicar o comportamento das firmas diante do processo de inovação, dado que outros fatores, tais quais o contexto histórico, institucional e as relações industriais de cada país podem influenciar em tal relação (SPRENGER, 2011). Considerando os países da EU-15, foco do presente estudo, e a teoria de *Varieties of Capitalism* (Hall & Soskice, 2001; Hall, 2014), a terceira hipótese é estipulada:

H.3: O contexto histórico, institucional e as relações industriais de cada país podem gerar diferentes impactos no que tange a probabilidade de uma empresa pertencente a um país da EU-15 adotar tecnologias da I.4.0.

Não obstante, é razoável supor que o nível em que as negociações coletivas ocorrem e o contexto histórico e institucional e de relações industriais, quando analisadas em conjunto, pode gerar resultados divergentes quando se analisado de forma isolada, sendo possível estipular a última sub hipótese:

H.3.1: Características institucionais e o nível em que as negociações coletivas ocorrem, em conjunto, são significativos na probabilidade de a firma inovar ( $H1*H3$  e  $H2*H3$ ).

Ainda sobre características institucionais e contexto histórico, os países da EU-15 podem ser categorizados em três grupos distintos seguindo a teoria proposta por Hall & Soskice (2001) e por Hall (2014): 1) Economias de Mercado Centralizado, formada por Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Alemanha, Holanda e Suíça, em que se destaca a presença de sindicatos fortes, com negociações coletivas acontecendo a nível nacional e regional; 2) Economias de Mercado Misto, que inclui a França, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Portugal e Espanha. Nesse grupo os sindicatos são relativamente fortes, mas disputam entre si a liderança nas negociações coletivas, tornando o processo mais custoso e de menor chance de introdução de tecnologias da I.4.0; 3) Economias de Mercado Liberal, sendo o Reino Unido seu único representante. Aqui as negociações coletivas são descentralizadas, ocorrendo sobretudo a nível da empresa. Espera-se que países de EMC e ELM facilitem a introdução de tecnologias relacionadas a I.4.0 uma vez que possuem maior coordenação sindical e são pautadas em um mercado competitivo, respectivamente, enquanto as EMM são marcadas pela disputa de protagonismo nas negociações coletivas, enfraquecendo a coordenação e o diálogo social com as demais instituições. Assim sendo é postulada a quarta e última hipótese da presente dissertação:

H.4: Países de Economias de Mercado Coordenado e de Mercado Liberal tendem a apresentar maior probabilidade de adotar tecnologias da Indústria 4.0 quando comparados aos países de Economias de Mercado Misto.

As hipóteses aqui formuladas serão testadas com a base de dados da *European Company Survey* (ECS-2019). Os modelos são estimados no *software* estatístico Stata 15 e a metodologia utilizada será explicada no próximo capítulo.

### 3. METODOLOGIA

Esse capítulo descreve a base de dados utilizada para a análise da relação entre sindicatos, negociações coletivas e I.4.0 nos países que compõem a EU-15, bem como a estratégia econométrica utilizada para alcançar os objetivos propostos nesta dissertação.

#### 3.1 Base de dados e estratégica econométrica

O presente trabalho utiliza os microdados da *European Company Survey*, sendo seu foco a análise da organização e inovação no local do trabalho, práticas gerenciais relacionadas aos recursos humanos, digitalização, participação dos trabalhadores e o diálogo social (EUROFUND AND CEDEFOP, 2020). A ECS possui como principais objetivos mapear e quantificar informações de políticas e práticas de empresas da Europa, analisar a relação entre práticas das firmas e seus impactos na estrutura da empresa, visando o diálogo social, mapear tendências e contribuir para a agenda europeia diante da era digital. A pesquisa encontra-se em sua quarta edição, cobrindo questões a respeito de acordos sobre carga horária de trabalho, flexibilidade contratual, pagamento variável, recursos humanos, qualidade do diálogo social, organização do ambiente do trabalho, inovação e participação do trabalhador. A primeira edição da ECS aconteceu nos anos de 2004 e 2005, a segunda em 2009 e a terceira em 2013.

A edição atual, levada a cabo em 2019, possui em sua base observações de estabelecimentos com 10 ou mais empregados engajados em “atividades de mercado”. A pesquisa inclui variáveis que identificam a estrutura da firma (idade, tamanho, número de empregados, setor de atuação etc.), características da negociação salarial, a introdução de inovações e alterações tecnológicas, saúde laboral, além de outros aspectos. A análise aqui proposta utiliza dados dos países que compõem a União Europeia de janeiro de 1995 (EU-15): Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Portugal, Espanha, Suécia e o Reino Unido, com um total de 13.928 observações.

Para analisar a introdução de tecnologias da I.4.0 nas empresas, são utilizadas variáveis que apontam se o estabelecimento introduziu ou não, a partir do ano de 2016, o uso de algum *software* específico ou personalizado para atender as necessidades da empresa; se o estabelecimento utiliza-se de *data analytics* para melhorar os processos de produção ou prestação de serviços, além do monitoramento do desempenho dos

trabalhadores e, por fim, se robôs são utilizados em suas atividades, de acordo com o a conceitualização de Mulas-Granados et, al (2019) para a Indústria 4.0. Tais variáveis são transformadas em binárias de valor 1 em caso positivo e 0 caso contrário.

Para mensurar o impacto da estrutura em que as negociações coletivas acontecem na probabilidade de as empresas adotarem tecnologias da I.4.0, são utilizadas binárias para os níveis que negociações salariais acontecem, sendo que a primeira binária representa negociações a nível do estabelecimento ou da empresa, e a segunda representa negociações a nível superior (setorial ou intersetorial, regional ou nacional). Já a condição de referência é o caso no qual a firma não participa de processos de negociação coletiva a nenhum nível.

Para testar as quatro hipóteses estipuladas na parte anterior, modelos do tipo *biprobit* são definidos para estimar a probabilidade de uma empresa utilizar cada tipo de tecnologia relacionada com a Indústria 4.0 baseados em um conjunto de variáveis explicativas. O vetor principal dos fatores explicativos representa como negociações salariais e coletivas são implementadas, a nível superior ou a nível da empresa, utilizando duas binárias.

$$prob(y_{ji} = 1) = f(Negociação_i; X_i) \quad j = 1, \dots, 4; 1, \dots, n \quad (1)$$

Onde  $y_{ji}$  é uma variável dicotômica de valor 1 se a empresa  $i$  introduziu algum dos  $j$  tipos de inovação da I.4.0 anteriormente mencionados, e valor zero caso não tenha introduzido, e  $X_i$  um conjunto de variáveis de controle. São estimados modelos separados para cada formato de tecnologia I.4.0, sendo Negociação o conjunto de binárias que representa o nível em que a negociação coletiva acontece.

São adicionadas variáveis multiplicativas entre os grupos de países, seguindo a classificação de Hall e Soskice (2001) e Hall (2014), e os diferentes níveis em que as negociações salariais coletivas acontecem. Tais interações podem contribuir para estimar o papel das NC na introdução da I.4.0 diante das diferentes relações industriais, sindicalismo e instituições características de cada grupo de países.

Por sua vez, a equação acima proposta pode apresentar problemas de endogeneidade e heterogeneidade não observada baseada na relação entre negociações coletivas e decisão da empresa em inovar (MENEZES-FILHO & VAN REENEN, 2003). As NC podem ser resultado da introdução de inovação tecnológicas e de práticas

gerenciais, bem como causa da inovação em um contexto de diálogo social não antagonista (BRYSON et al., 2009). Além disso, em um possível momento de expansão econômica, a introdução de tecnologias e a atividade sindical podem crescer de forma simultânea, dificultando assim uma análise precisa do impacto da última na primeira, dada a possível correlação entre os regressores e os resíduos do modelo.

Visto que a ECS é uma base de dados do tipo *cross-section*, a alternativa encontrada para controlar os efeitos fixos foi utilizar variáveis instrumentais para controlar a correlação entre os resíduos e os regressores. Dada a dificuldade de identificar variáveis que fossem correlacionadas com a atividade sindical ou o nível da negociação coletiva observada na firma e suficientemente não correlacionada com o nível de investimento ou com a decisão da empresa em introduzir tecnologias relacionadas com a Indústria 4.0, optou-se por utilizar a taxa de sindicalização do ano de 2013, rodada mais recente da base de dados aqui utilizada, tal como sugerido por Menezes-Filho et al (1998). A escolha de tal variável justifica-se pela hipótese de que o nível de cobertura sindical do passado é um bom indicador de poder sindical atual, ao mesmo tempo não suficientemente relacionado com o nível de inovação atual, que inclui a introdução da indústria 4.0. Tal justificativa aplica-se também para o segundo instrumento selecionado, a saber, a presença de greves ou algum tipo de ação coletiva levada a cabo a partir de 2016.

Ademais, observada a natureza binária das variáveis dependentes que compõem o modelo econométrico proposto e os possíveis problemas de endogeneidade apontados por Menezes-Filho e Van Reenen (2003), optou-se por utilizar estimadores condicionais mistos (Roodman, 2011), sendo assim possível estimar modelos multinominais com controle de endogeneidade.

O novo conjunto de modelos a serem estimados podem ser representados pelas equações abaixo:

$$\text{prob}(y_{ji} = 1) = f(\text{Negociação}_i; X_i; h_i) \quad j = 1, \dots, 4; 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\text{prob}(\text{Negociação}_i = 1) = f(z_i; h_i) \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

Onde  $y_{ji}$  e  $X_i$  são definidos como antes e  $z_i$  é o conjunto de instrumentos utilizados para explicar o nível das negociações coletivas. A escolha dos instrumentos segue o proposto por Menezes-Filho, Ulph e Van Reenen (1998), utilizando o nível de

sindicalização encontrada na rodada de pesquisa anterior. Foi selecionada também a variável greve, binária de valor 1 caso a empresa, desde 2016, tenha presenciado alguma ação coletiva, como greve, greve de zelo ou manifestação, e valor zero caso contrário.

Já o Vetor  $X_i$  contém as variáveis de controle, que representam os grupos de países sob a literatura de VoC. O Vetor  $h_i$  contém as dummies de tamanho da firma, setor de atividades (indústria, construção, comércio e hospitalidade, transporte, serviços financeiros e outras atividades), contrato aberto (*dummy* de valor 1 se a empresa possui mais de 40% dos empregados com contrato a termo), contratos parciais (*dummy* de valor 1 se a empresa possui mais de 40% de empregados trabalhando em meio período), e habilidades (*dummy* de valor 1 se a empresa possui mais de 40% de empregados com as habilidades necessárias para a continuidade de suas atribuições). O quadro a seguir resume as variáveis que compõem o conjunto de modelos aqui estimados:

**Quadro 2** - Variáveis dos modelos econométricos

Variável	Definição
Software	Desde o início de 2016, esta empresa comprou algum software especificamente desenvolvido ou personalizado para satisfazer as necessidades da empresa?
Robôs	Esta empresa usa robôs?
<i>Data Analytics</i>	Esta empresa utiliza a análise de dados ( <i>Data Analytics</i> ) para melhorar os processos de produção ou na prestação de serviços?
<i>Data Analytics</i> no monitoramento	Este estabelecimento utiliza a análise de dados ( <i>Data Analytics</i> ) para monitorar o desempenho dos trabalhadores?
Firma	<i>Dummy</i> para acordo salarial coletivo negociado a nível do estabelecimento ou da empresa.
Superior	<i>Dummy</i> para acordo salarial coletivo negociado em um nível setorial ou regional; a nível nacional ou intersetorial.
EMC	<i>Dummy</i> que identifica as denominadas Economias de Mercado Coordenado: Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, Alemanha, Holanda e Suécia
EMM	<i>Dummy</i> que identifica as denominadas Economias de Mercado Misto: França, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Portugal e Espanha.
EML	Economias de Mercado Liberal: Reino Unido
Contrato Aberto	Porcentagem de empregados com contrato aberto: <i>dummy</i> de valor 1 se a empresa possui mais de 40% de empregados com esse tipo de contrato.
Parcial	Porcentagem de empregados com contratos de meio período: <i>dummy</i> de valor 1 se a empresa possui mais de 40% de empregados com esse tipo de contrato.
Tamanho	Tamanho da Empresa: micro (menos de 19 empregados); Pequeno (entre 19 e 50 empregados); Médio (Entre 50 e 249 empregados); e Grande (250 ou mais empregados);
Setor	Setores: Indústria; Construção; Comércio e Hospitalidade; Transporte; Serviços Financeiros; Outras Atividades.
Habilidades	Porcentagem de empregados que possuem as competências adequadas para cumprir suas funções: <i>dummy</i> de valor 1 se a empresa possui mais de 40% de empregados com essa característica.

Fonte: Elaboração própria a partir da ECS de 2019 (EUROFUND AND CEDEFOP, 2020)

Os resultados obtidos através desse exercício econométrico podem indicar o comportamento dos sindicatos e firmas pertencentes ao EU-15 frente à introdução da

Indústria 4.0, indicando caminhos para a construção de um diálogo social não conflitante, além de contribuir para o debate sobre sindicatos, inovação e Indústria 4.0.

## 4. RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados dos modelos econométricos citados na parte anterior.

### 4.1 Estatísticas Descritivas

Com a restrição amostral explicada no capítulo anterior, é obtido uma base de dados composta por 13.928 observações. Verifica-se que a tecnologia relacionada com a Indústria 4.0 mais introduzida no período analisado foi a compra software para satisfazer as necessidades da empresa (54,98% das firmas da EU-15). Já o uso de robôs (12,51%) foi a modalidade de inovação com menor número de observações. Nota-se também que empresas com a presença de negociações coletivas em âmbito superior são as que mais inovaram nas quatro modalidades de tecnologias, quando comparada com as demais categorias.

Ao analisar a introdução da I.4.0 por grupo de países, observa-se que, em termos relativos, firmas de EMM são as que mais introduziram inovações no que tange ao uso de softwares, (55,97%) de data analytics no processo de produção e de serviços (54,59%) e de data analytics no monitoramento dos trabalhadores. Já EMC possuem maior proporção de empresas que introduziram robôs em sua linha de produção (13,46%).

**Tabela 1** – % de cada tipo de inovação segundo o nível de negociação coletiva e a variedade de capitalismo.

Grupo	Software	Robôs	Data analytics	Monitoramento
Sem negociação	16,12%	2,91%	14,06%	7,67%
Firma	3,81%	0,88%	3,65%	2,07%
Superior	35,05%	8,72%	32,69%	18,98%
<b>EU-15</b>	54,98%	12,51%	50,40%	28,72%
EMC	54,79%	13,46%	47,09%	23,73%
EMM	55,97%	12,05%	54,59%	34,27%
EML	47,78%	7,17%	44,91%	27,40%

Fonte: Elaboração própria com os dados da ECS-2019.

O próximo tópico desse capítulo procura avançar a discussão ao verificar quais são os fatores que influenciam na probabilidade das empresas da EU-15 introduzirem tecnologias da I.4.0 e testar as hipóteses estipuladas no capítulo anterior.

## 4.2 Resultados Econométricos

A tabela 2 abaixo apresenta os resultados da estimação por meio do estimador mixo de Deb e Trivedi (2006b) com e sem as interações entre o nível da negociação coletiva e as variedades de capitalismo. Os resultados apontam que negociações salariais em níveis superiores aumentam a probabilidade de a empresa introduzir ou já utilizar as quatro tecnologias relacionadas com a Indústria 4.0. Já negociações coletivas a nível da firma possuem impacto positivo e significativo apenas na probabilidade de a empresa fazer o uso de *data analytics* no processo de produção, prestação de serviços e no monitoramento do desempenho dos trabalhadores, quando comparado com empresas com ausência de negociações salariais coletivas. Tais resultados condizem com as conclusões de Antonioli et al. (2004), Bryson & Dale-olsen (2020b) e Cirilo et al. (2020), confirmando a hipótese H.1 e H.2, que afirmam que negociações coletivas possuem impacto significativo na probabilidade de a firma introduzir a Indústria 4.0, sendo tal impacto ambíguo e dependente do nível em que aquelas acontecem, respectivamente. Tais resultados levam à primeira conclusão do presente trabalho, de que a presença de negociações coletivas aumenta a probabilidade de a empresa adotar tecnologias relacionadas com a Indústria 4.0.

Os resultados podem indicar que negociações coletivas a nível superior podem propor soluções de forma coordenada, envolvendo empregadores, trabalhadores e Estado em relações industriais não antagonistas, visando buscar um aumento da produtividade industrial em conjunto com a garantia do emprego e da qualidade do trabalho (KAGERMANN, 2013). Contrariando as conclusões de Cirillo et al. (2020), negociações a nível da firma aumentam a probabilidade de a empresa introduzir o uso de *data analytics* no processo de produção, prestação de serviços e no monitoramento do desempenho dos trabalhadores. Tal resultado pode estar relacionado com as evidências encontradas por Bryson et al. (2020a), de que sindicatos mais aversos ao risco da destruição de postos de trabalho tendem a facilitar a introdução de novas tecnologias, mesmo as que podem ser utilizadas para monitoramento dos trabalhadores. É possível também que os benefícios advindos da I.4.0, redução de carga horária e atividades repetitivas, aumento da remuneração e da participação dos trabalhadores nas tomadas de decisões etc., superem os aspectos negativos inerentes à inovação (GRAGLIA & LAZZARESCHI, 2018; VAN DER MEER, 2019). Por fim, a relação positiva ou pelo menos não antagonista entre negociações a nível da firma e a I.4.0 pode indicar um fortalecimento dos representantes dos trabalhadores à nível da empresa, confirmando a eficácia das novas

estratégias e a sobrevivência dos sindicatos no contexto atual, conforme apontado por Haipeter (2020).

**Tabela 2** - Efeitos marginais estimados na probabilidade de inovação e no nível de negociação coletiva.

	Software		Robôs		Data Analytics		Data Analytics no Monitoramento	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1-Firma	0.349 (0.49)	0.481 (0.51)	0.039 (0.48)	0.246 (0.52)	0.927** (0.37)	1.393* (0.31)	1.448* (0.07)	1.793* (0.11)
2- Superior	1.015** (0.42)	0.987** (0.45)	1.172* (0.38)	1.087* (0.42)	1.230* (0.42)	1.330** (0.52)	0.697*** (0.37)	0.421 (0.48)
EMC	0.164* (0.05)	0.201* (0.07)	0.312* (0.08)	0.285** (0.11)	0.010 (0.05)	0.137** (0.06)	-0.153* (0.04)	-0.100*** (0.06)
EMM	0.200* (0.05)	0.205* (0.07)	0.160*** (0.08)	0.201*** (0.11)	0.198* (0.05)	0.200* (0.06)	0.088** (0.04)	0.173* (0.06)
Firma*EMC		-0.003 (0.13)		0.116 (0.20)		-0.135 (0.12)		0.100 (0.10)
Firma*EMM		0.021 (0.13)		0.138 (0.20)		-0.065 (0.12)		-0.079 (0.10)
Superior*EMC		-0.154 (0.14)		-0.157 (0.21)		-0.367* (0.13)		-0.318* (0.11)
Superior*EMM		-0.107 (0.14)		-0.259 (0.21)		-0.183 (0.12)		-0.363* (0.10)
20/49 Empregados	0.198* (0.03)	0.199* (0.03)	0.130* (0.04)	0.128* (0.04)	0.177* (0.03)	0.168* (0.03)	0.084* (0.03)	0.080* (0.03)
50/249 Empregados	0.345* (0.04)	0.346* (0.04)	0.431* (0.05)	0.429* (0.05)	0.439* (0.05)	0.413* (0.05)	0.190* (0.04)	0.191* (0.04)
+250 Empregados	0.508* (0.08)	0.509* (0.08)	0.923* (0.07)	0.920* (0.07)	0.715* (0.10)	0.658* (0.10)	0.094*** (0.05)	0.091*** (0.05)
% Contrato Aberto	0.090*** (0.05)	0.090*** (0.05)	0.212* (0.06)	0.213* (0.06)	0.114** (0.05)	0.094*** (0.05)	0.076*** (0.04)	0.070*** (0.04)
% Contrato Parcial	-0.252* (0.04)	-0.254* (0.04)	-0.296* (0.06)	-0.298* (0.06)	-0.171* (0.03)	-0.178* (0.03)	-0.160* (0.03)	-0.165* (0.03)
Habilidades	-0.037 (0.03)	-0.037 (0.03)	0.086*** (0.05)	0.087*** (0.05)	0.085* (0.03)	0.081** (0.03)	0.004 (0.03)	0.004 (0.03)
Construção	-0.076 (0.05)	-0.076 (0.05)	-1.235* (0.08)	-1.241* (0.08)	-0.559* (0.05)	-0.541* (0.05)	-0.294* (0.04)	-0.300* (0.04)
Comércio e Hospitalidade	0.078** (0.04)	0.078** (0.04)	-0.951* (0.05)	-0.954* (0.05)	0.075** (0.03)	0.083* (0.03)	0.093* (0.03)	0.086* (0.03)
Transporte e Comunicação	0.001 (0.06)	0.002 (0.06)	-1.011* (0.07)	-1.014* (0.07)	0.194* (0.05)	0.206* (0.04)	0.255* (0.04)	0.257* (0.04)
Serviços Financeiros e Imobiliários	0.238* (0.06)	0.240* (0.06)	-0.574* (0.07)	-0.576* (0.07)	0.230* (0.06)	0.234* (0.06)	0.124** (0.06)	0.123** (0.06)
Outros Serviços	0.174* (0.06)	0.175* (0.06)	-0.850* (0.06)	-0.851* (0.06)	0.077 (0.06)	0.103*** (0.05)	0.143* (0.03)	0.150* (0.03)
Interceto	-0.619** (0.30)	-0.640** (0.30)	-1.417* (0.33)	-1.424* (0.34)	-1.173* (0.20)	-1.335* (0.14)	-1.571* (0.07)	-1.606* (0.09)
Obs.	13928	13928	13928	13928	13928	13928	13928	13928
Chi2	994.23	991.94	2381.93	2392.17	2214.76	2668.83	3652.08	4248.24
Prob>Chi2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Desvio padrão entre parênteses. \*\*\* p<0.10, \*\* p<0.05, \* p<0.01

Avaliando os grupos de países e os diferentes tipos de sindicalismos observados e considerando as EML como referência do modelo, observa-se que as EMM possuem maior probabilidade de utilizarem ou introduzirem as quatro tecnologias da I.4.0 analisadas. Já as EMC apresentam maior probabilidade de inovar em todas as tecnologias, com exceção no uso de *data analytics* no monitoramento dos trabalhadores, quando comparadas às EML (rejeitando assim a H.4, que aponta que EMM possuem menor probabilidade de inovar quanto comparadas com os demais tipos de economias). Entretanto, ao analisar as interações anteriormente mencionadas (tabela 2, colunas 4, 6 e 8), verifica-se que não existem diferenças significativas

na probabilidade de empresas de EML, EMM e EMC utilizarem quaisquer tecnologias da I.4.0, quando submetidas a negociações coletivas a nível da firma. Resultado semelhante é encontrado em níveis superiores, com exceção no uso de *data analytics*, onde EML possuem maior probabilidade de introduzirem inovações tecnológicas. Tal descoberta leva à segunda conclusão da presente dissertação: negociações coletivas possuem um efeito não linear na introdução de tecnologias relacionadas à Indústria 4.0, sendo esse efeito mais proeminente em empresas com relações industriais liberais e com menor tendência a inovar (confirmando as hipóteses H.3 e H.3.1). Logo, apesar de empresas de EML possuírem menor probabilidade de inovar, a existência de NC favorecem a introdução da Indústria 4.0. De maneira específica, negociações coletivas de níveis superiores em EML contribuem em maior proporção na introdução de *data analytics* na produção, entrega de serviços e monitoramento de funcionários quando comparadas com os outros grupos de países.

Quanto as demais variáveis de controle, empresas com mais de 40% de empregados com contratos de meio período possuem menor probabilidade de utilizar tecnologias da I.4.0, resultado esse que pode ser justificado pelas características de mercado e de objetivo fim das empresas analisadas (prestação de serviços de menor valor agregado, construção civil ou demais formas de trabalho manual de baixa remuneração, geralmente são realizados por jovens, com baixa instrução formal e emigrantes). Verifica-se também relação positiva entre o tamanho do quadro de colaboradores e a probabilidade de inovar. É de se esperar que quanto mais trabalhadores a firma possuir, maior será o grau de complexidade das atividades exercidas, onde a introdução da I.4.0 pode contribuir de forma significativa, além da necessidade de maior aporte do capital necessário para realizar os investimentos previstos. Ademais, empresas com mais de 40% dos empregados qualificados para exercerem suas atividades possuem maior probabilidade de fazer uso de robôs e de *data analytics* na produção e prestação de serviços. Para a utilização de tecnologias complexas se faz necessária a presença de colaboradores com habilidades especializadas, o que reforça a percepção dos trabalhadores da necessidade de melhorarem suas habilidades e nível educacional (MULA-GRANADOS ET AL., 2019). Sendo o escopo da presente dissertação verificar a relação entre negociações coletivas e a introdução da Indústria 4.0 em empresas de países da EU-15, sob uma perspectiva da teoria de variedades de capitalismo, futuros trabalhos são necessários para analisar o papel do setor de atividade da empresa, tamanho, número de colaboradores e condições de trabalho face o processo de inovação observado.

Em resumo, o objetivo dessa dissertação é contribuir para o debate a respeito das negociações coletivas, sindicatos e a I.4.0 nos países da EU-15. Os resultados demonstram que NC estão positivamente relacionadas com a inovação tecnológica e possuem um efeito não linear, cujo impacto é mais relevante em empresas com menor tendência a inovar. Negociações coletivas levadas a cabo em níveis superiores promovem o uso/introdução de *softwares*, robôs e de *data analytics* na produção, prestação de serviços e no monitoramento dos trabalhadores.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo da presente dissertação foi analisar o impacto das negociações coletivas na introdução de tecnologias da Indústria 4.0 em empresas pertencentes a países da EU-15. Para tal, foi utilizada a base de dados da ECS-2019 e estimados modelos do tipo *biprobit*, com uso de variáveis instrumentais para corrigir possíveis problemas de heterogeneidade e endogeneidade não observadas entre as variáveis. Os resultados confirmam que negociações coletivas aumentam a probabilidade de a empresa introduzir tecnologias relacionadas com a I.4.0.

Utilizando a teoria de VoC proposta por Hall e Soskice (2001) e Hall (2014), os resultados apontam que países com relações industriais liberais possuem menor probabilidade de inovar quando comparados com os de economias coordenadas e mistas. Entretanto, é justamente em empresas com menor tendência à inovação que as negociações coletivas possuem maior impacto, sobretudo no uso de *data analytics* na produção, prestação de serviços e monitoramento dos trabalhadores.

Contrariando a literatura econômica clássica, que percebe os sindicatos como agentes que distorcem preços relativos e reduzem a lucratividade da firma, os resultados encontrados apontam para uma associação positiva entre negociações coletivas e a Indústria 4.0 nos países analisados, de comum acordo com os trabalhos recentes que focam nos efeitos das negociações coletivas na competitividade, crescimento da produtividade, emprego e investimentos em pesquisa e desenvolvimento.

Esses resultados são evidências empíricas do papel renovado dos sindicatos na era da digitalização e robotização dos mercados globais, contribuindo para o debate em ciências sociais aplicadas no que tange às relações industriais e institucionais entre os representantes trabalhistas, patronais e o Estado. A presente dissertação possui limitações: se faz necessário avaliar como os diferentes setores da economia estão introduzindo e fazendo uso da Indústria 4.0. Além disso, a ECS-2019 possui suas limitações no que tange a falta de informações sobre variáveis relevantes no desempenho econômico das empresas, tais quais produtividades, gastos com pesquisa e desenvolvimento e salários. Estudos futuros pretendem preencher essas lacunas.

## REFERÊNCIAS

AIDT, Toke; TZANNATOS, Zafiris **Trade unions, collective bargaining and macroeconomic performance: a review**. *Industrial Relations Journal*, v.39, p. 258-295, 2008.

AMADEO, Edward. **Negociações coletivas e desempenho do mercado de trabalho**. Texto para discussão, No. 321, Rio de Janeiro, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Departamento de Economia, Rio de Janeiro, 1994.

ANTONIOLI, David; MAZZANTI, Massimiliano; PINI, Paolo; TORTIA, Ermanno. **Adoption of technological innovations, and industrial relations in manufacturing firms: an analysis for a local industrial system**. *ECONOMIA POLITICA*, v.21, n° 1, 2004.

BALDWIN, R.E. **The Decline of US Labor Unions and the Role of Trade**. Institute for International Economics. Washington, DC. June 2003, p. 07-13.

BRYSON, A.; DALE-OLSEN, H. **Unions, Tripartite Competition and Innovation**. Department of Quantitative Social Science Working Paper No. 20-02 April 2020. n. 20, 2020a.

BRYSON, A.; DALE-OLSEN, H.; BARTH, E. **How Does Innovation Affect Worker Well-being?** Discussion Paper No 953 october, 2009.

BRYSON, A.; DALE-OLSEN, H.; BARTH, E. **Do Unions Kill Innovation?**, 2020b.

CASTELO-BRANCO, Isabel.; CRUZ-JESUS Frederico; OLIVEIRA, Tiago. **Assessing Industry 4.0 readiness in manufacturing: evidence for the European Union**. *Computers in Industry*, v. 107, p. 22–32, 1 maio 2019.

CIRILLO, Valeria; RINALDINI, Matteo; STACCIOLLI, Jacopo; VIRGILLITO, Maria Enrica. **Trade unions' responses to Industry 4.0 amid corporatism and resistance**. Working Paper Series, No. 2020/21, Scuola Superiore Sant'Anna, Laboratory of Economics and Management, 2020.

DEB, P & TRIVEDI, PK. **Specification and simulated likelihood estimation of a non-normal treatment-outcome model with selection: application to health care utilization**. *Econometrics Journal*. v. 9 n. 2, 307-331, 2006b.

DOS SANTOS, Leonardo Moraes Aguiar Lima; DA COSTA, Matheus Becker; KOTHE, João Victor; BENITEZ, Guilherme Brittes; SCHAEFER, Jones Luís; BAIERLE, Ismael Cristofer; NARA, Elpidio Oscar Benitez. **Industry 4.0 collaborative networks for industrial performance**. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 32, n. 2, p. 245–265, 23 fev. 2021.

Eurofound (2013) European Company Survey 2013. Disponível em: <https://www.eurofound.europa.eu/surveys/european-company-surveys/european-company-survey-2013>,

Eurofound (2019) European Company Survey 2019. Disponível em: <https://www.eurofound.europa.eu/es/surveys/2019/european-company-survey-2019>

FRANCO JR., Hilário & CHACON, P.P. **História Econômica Geral**. São Paulo: Atlas, 1989.

GRAGLIA, M. A. V.; LAZZARESCHI, N. **A Indústria 4.0 e o Futuro do Trabalho: Tensões e Perspectivas**. *Revista Brasileira de Sociologia - RBS*, v. 6, n. 14, 2018.

HAIPETER, Thomas. **Digitalisation, unions and participation: the German case of 'industry 4.0.'** *Industrial Relations Journal*, v. 51, n. 3, p. 242–260, 2020.

HALL, P.A. **Varieties of Capitalism and the Euro Crisis**. *West European Politics*, v.37 No. 6, 1223-1243, 2014.

Hall, P.A.; Soskice, D. **Varieties of Capitalism: The Institutional Foundations of Comparative Advantage**, Oxford: Oxford University Press. 2001.

HYMAN, R. **The Future of Unions**. JUST LABOUR vol.1, p.7-15, 2002.

JUNIOR, Geraldo Tessarini; SALTORATO, Patrícia. **Impactos da Indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura**. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 18, n. 2, p. 743-769, 2018.

KAGERMANN, H. et al. **Securing the future of German manufacturing industry – Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 – Final report of the Industrie 4.0 Working Group**, 2013.

LÖÖW, Joel.; ABRAHAMSSON, Lena.; JOHANSSON, Jan. **Mining 4.0—the Impact of New Technology from a Work Place Perspective**. Mining, Metallurgy and Exploration, v. 36, n. 4, p. 701–707, 15 ago. 2019b.

MARESOVA, Petra; SOUKAL, Ivan; SVOBODOVA, Libuse; HEDVICAKOVA, Martina; JAVANMARDI, Ehsan; SELEMAT, Ali; KREJCAR, Ondrej. **Consequences of industry 4.0 in business and economics** Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 6; n° 46, 1 set. 2018.

MENEZES-FILHO, Naercio; VAN REENEN, John. **Unions and innovation: a survey of the theory and empirical evidence**. Centre for Economic Policy Research, Discussion Paper No. 3792, Jan 2023.

MENEZES-FILHO N., ULPH D; VAN REENEN, J. **R&D and union bargaining: evidence from british companies and establishments**. Industrial and Labor Relations Review, v.52, p.45-63,1998.

MENON, A.; HAYWARD, J. **States, industrial policies and the European Union**. The European Union and National Industry Policy, p. 267-290, 1996.

MUHURI, Pranab K; SHUKLA, Amit K; ABRAHAM, Ajith. **Industry 4.0: A bibliometric analysis and detailed overview**. Engineering Applications of Artificial Intelligence, v. 78, p. 218–235, 1 fev. 2019.

MULAS-GRANADOS, Carlos; VARGHESE, Richard; BORANOVA, Vizhdan; DECHALENDAR, Alice; WALLENSTEIN, Judith. **Automation, Skills and the Future of Work: What do Workers Think?** International Monetary Fund, Dez 2019.

OSWALD, A.O. **The Economic Theory of Trade Unions: An Introductory Survey**, Scandinavian Journal of Economics, v.87, n. 2, p. 160-193, 1985.

PICCAROZZI, Michela; AQUILANI, Barbara; GATTI, Corrado. **Industry 4.0 in management studies: a systematic literature review**. Sustainability, v. 10, n. 10, 22 out. 2018.

RAJ, Alok; DWIVEDI, Gourav; SHARMA, Ankit; Jabbour, Ana Beatriz Lopes de Sousa; RAJAK, Sonu. **Barriers to the adoption of industry 4.0 technologies in the manufacturing sector: An inter-country comparative perspective**. International Journal of Production Economics, v. 224, 1 jun. 2020.

SIKANDAR, Huma; VAICONDAM, Yamunah; KHAN, Nohman; QURESHI, Muhammad Imran; ULLAH, Abrar. **Scientific Mapping of Industry 4.0 Research: A Bibliometric Analysis**. International Journal of Interactive Mobile Technologies, v. 15, n. 18, p. 129–147, 2021.

SIMA, V. et al. **Influences of the industry 4.0 revolution on the human capital development and consumer behavior: A systematic review**. Sustainability, v. 12, n. 10, maio 2020.

ŚLUSARCZYK, B. **Industry 4.0 – Are we ready?** Polish Journal of Management Studies, v. 17, n. 1, p. 232–248, 2018.

SPRENGER; WIM. **Trade Unions and innovation - innovative unions? Experiences from selected EU member states.** Rostocker Beiträge zur Wirtschafts- und Organisationspsychologie Nr. 7, 2011.

VAN DEN BERGH, Tony. **THE TRADE UNIONS-WHAT ARE THEY?** Pergamon Press LTD., Headington Hill Hall, Oxford 4 & 5 Fitzroy Square, London W.1, 1970.

VAN DER MEER, P. H. **What makes workers happy: empowerment, unions or both?** European Journal of Industrial Relations, v. 25, n. 4, p. 363–376, 2019.

WISSKIRCHEN, Gerlind; BIACABE, Blandine Thibault; BORMANN, Ulrich; MUNTZ, Annemarie; NIEHAUS, Gunda; SOLER, Guillermo Jiménez; VON BRAUCHITSCH, Beatrice. **Artificial intelligence and robotics and their impact on the workplace.** IBA Global Employment Institute, 2017.

WRIGLEY, C. **Briith Trade Unions sinse 1933.** The Economic History Society. Cambridge, p.62-70, 2002.

YNZUNZA-CORTÉS, Carmen Berenice; IZAR-LANDETA, Juan Manuel; BOCARANDO-CHACÓN, Jacqueline Guadalupe; AGUILAR-PEREYRA, Felipe; LARIOS-OSORIO, Martín. **El Entorno de la industria 4.0: Implicaciones y Persperctivas Futuras.** CONCIENCIA TECNOLÓGICA No. 54, p. 33-45, 2017.

YOUSIF, Omar Sedeeq; ZAKARIA, Rozana; WAHI, Noraziah; AMINUDIN, Eeydzah; THARIM, Asniza Hamimi Abdul; GARA, UMRAN, Nur Izyan Liyana; KHALID, Ruzaini; ISMAIL, Noraliza. **Monitoring the Construction Industry towards a Construction Revolution 4.0.** International Journal of Sustainable Development and Planning, v. 17, n. 2, p. 633–641, 1 abr. 2022.

ZHENG, Marco Ardolino; BACCHETTI, Andrea; PERONA, Marco. **The applications of Industry 4.0 technologies in manufacturing context: a systematic literature review.** International Journal of Production Research, v.59, n°6, p.1922-1954, 2021.