

INDÚSTRIA 4.0 E DESENVOLVIMENTO REGIONAL: ANÁLISE DE PATENTES NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS/SP



Eduardo Nardez

**Indústria 4.0 e Desenvolvimento Regional: análise de patentes no município de
Campinas/SP**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP – campus de Presidente Prudente/SP, para obtenção do título de mestre na Área de Desenvolvimento Territorial.

Orientador: Prof. Dr. Eliseu Savério Sposito

Agência de fomento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) – Processo: 2021/13492-5

Presidente Prudente/SP
2024

N223i

NARDEZ, EDUARDO

Indústria 4.0 e Desenvolvimento Regional : análise de patentes no município de Campinas/SP / EDUARDO NARDEZ. -- Presidente Prudente, 2024

186 p. : tabs., mapas

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente

Orientador: Eliseu Savério Sposito

1. Indústria 4.0. 2. Patentes. 3. Metodologia. 4. Desenvolvimento Regional. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: "Indústria 4.0 e desenvolvimento regional: análise de patentes no município de Campinas/SP"

AUTOR: EDUARDO NARDEZ

ORIENTADOR: ELISEU SAVÉRIO SPOSITO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Geografia, área:
Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. ELISEU SAVÉRIO SPOSITO (Participação Presencial)

Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/Unesp

Profa. Dra. REGINA HELENA TUNES (Participação Virtual)

Departamento de Geografia / Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Profa. Dra. MARIA TEREZINHA SERAFIM GOMES (Participação Presencial)

Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - FCT/Unesp

Presidente Prudente, 09 de setembro de 2024

Agradecimentos

Aos meus pais, minha irmã e minha sobrinha, expresso minha profunda gratidão pelo apoio e pelos constantes incentivos ao longo desta jornada acadêmica. A presença constante de vocês foi fundamental para que eu pudesse enfrentar os desafios e alcançar meus objetivos. Este trabalho é, em grande parte, resultado do apoio e dedicação de vocês.

À minha companheira Tatiane, pelo amor incondicional, pela presença constante e pelo incentivo contínuo. Sua companhia durante este tempo foi essencial, permitindo-me viver a vida sob novas perspectivas. As viagens que fizemos juntos, as encantadoras cafeterias que exploramos e as ideias que compartilhamos enriqueceram a minha vida e proporcionaram momentos de inspiração e alegria. Muito obrigado por estar ao meu lado nesta etapa importante da minha vida.

Expresso minha gratidão ao Marcelo, Ramon e Matheus, com quem tive o privilégio de morar durante esta jornada. Agradeço pelo apoio mútuo, pelos momentos de descontração, pelas conversas e risadas, e pelo companheirismo que tornaram essa trajetória mais leve.

Meus agradecimentos ao Bruno Vicente, amigo de longa data e parceiro constante nas conversas. Suas contribuições, seja nas discussões profundas sobre nossas pesquisas ou nos momentos descontraídos de confraternização, foram inestimáveis. A Nayara Leva e a Nayara Rodrigues pela ajuda essencial no final do mestrado com indicações e oportunidades de empregos que foi importante para se manter em Presidente Prudente.

Ao Guilherme Magon Whitacker, que me ajudou na redação do projeto, na qualificação, defesa e ofereceu ideias para a dissertação. Seu apoio e disposição foram essenciais ao longo deste processo.

Aos amigos da sala da pós-graduação, cuja convivência foi fundamental durante esta jornada. Em especial, à Raisa, pelas conversas descontraídas e pelo apoio na pesquisa, e à Janaina, pela oportunidade de compartilhar ideias, já que nossas pesquisas são próximas, e pela generosidade de me oferecer um lugar para ficar no Rio de Janeiro.

Gostaria de expressar meus agradecimentos ao Rodney, do CPQD, e à Mariana, do Parque Científico e Tecnológico da Unicamp, por disponibilizarem seu tempo e conhecimento ao concederem entrevistas sobre os avanços e o desenvolvimento em suas instituições referentes à indústria 4.0. Suas palavras enriqueceram significativamente este trabalho e proporcionaram uma perspectiva prática sobre o estado da arte da Indústria 4.0 no Brasil.

Ao pesquisador Jorge Vicente Lopes da Silva (*in memoriam*), que foi diretor do Centro de Tecnologia da Informação – CTI Renato Archer. Foi um privilégio entrevistá-lo e ter a

oportunidade de conhecê-lo, sendo recebido com muito carinho e atenção. Sua trajetória notável e suas contribuições foram inestimáveis para o avanço da tecnologia no Brasil. Deixará um legado na ciência e tecnologia, motivando futuras gerações de pesquisadores e profissionais.

Ao meu orientador, professor Eliseu Savério Sposito, cuja orientação e incontáveis ensinamentos foram essenciais para que eu realizasse uma pesquisa de qualidade ao longo desta jornada de graduação e mestrado. Sou grato por me guiar para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Regina Helena Tunes e Maria Terezinha Serafim Gomes, pelas valiosas contribuições durante o processo de qualificação e defesa, cuja participação foi essencial para o aprimoramento deste trabalho.

Aos membros do grupo de pesquisa GAsPERR, especificamente ao pessoal do pós-doutorado, por cederem parte do tempo para me ajudarem na elaboração do projeto de mestrado, traduções de artigos e nas burocracias da FAPESP.

Também agradeço aos funcionários da Unesp, especialmente à Tamae, pela assistência prestada nas prestações de contas com a FAPESP, e à Gisele, pelo auxílio nos protocolos exigidos pelo comitê de ética.

Aos professores Renato Garcia e Antônio Carlos Diegues, e principalmente à doutoranda Anelise Peixoto dos Santos, do Instituto de Economia da Unicamp, pela atenção e ensinamentos. Foi devido a eles que consegui identificar quais seriam as patentes por trás da indústria 4.0 em Campinas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – Processo: 2021/13492-5 – Mestrado) recebido durante o mestrado, que proporcionou auxílio financeiro para a dedicação exclusiva à pesquisa.

Resumo

O trabalho tem como objetivo levantar indicadores de propriedade intelectual, incluindo patentes de invenção, para auxiliar na compreensão do desenvolvimento da indústria 4.0 em Campinas/SP, identificando as políticas públicas que influenciam no desenvolvimento regional, abordando a infraestrutura disponível no município, como entrevistas com atores das instituições de ciência e tecnologia (CT&I) que estão acompanhando as tendências mundiais na construção de um ambiente favorável à Indústria 4.0. O procedimento metodológico consistiu na utilização da base de dados do INPI, juntamente com a dissertação de Santos (2023), o relatório *Patents and the Fourth Industrial Revolution* e entrevistas com as instituições científicas e tecnológicas de Campinas. Por fim, foram realizadas a organização, interpretação, avaliação e representação cartográfica de dados e indicadores concernentes às etapas e objetivos enunciados. Como contribuição, temos: o enfoque nos indicadores de propriedade intelectual, como patentes de invenção, demonstrando que, apesar de existirem outros métodos para registrar o potencial da indústria 4.0 no Brasil, a geração de patentes pode ser uma das formas de produzir informações sobre esse potencial. A patente é um instrumento que aplica a incorporação de P&D e força de trabalho qualificada em áreas de ciência e tecnologia. Os resultados mostram que, apesar de Campinas ser um importante polo tecnológico com indústrias de alta tecnologia, é a presença forte das instituições públicas de pesquisa que mostra a força para o desenvolvimento de patentes na indústria 4.0. Considera-se que a indústria 4.0 tem suas implicações espaciais no desenvolvimento desigual que pode surgir desses avanços, enfatizando a necessidade de políticas que apoiem o progresso tecnológico e social.

Palavras-Chaves: Indústria 4.0; Patentes; Metodologia; Desenvolvimento Regional.

Abstract

The objective of this study is to gather intellectual property indicators, including invention patents, to aid in understanding the development of Industry 4.0 in Campinas/SP. It seeks to identify public policies influencing this development, address the available infrastructure in Campinas, and examine how interviews with actors from science and technology institutions (S&T) are keeping up with global trends in building a favorable environment for Industry 4.0. The methodological procedure involved using the INPI database, along with Santos' dissertation (2023), the "Patents and the Fourth Industrial Revolution" report, and interviews with scientific and technological institutions in Campinas. Finally, the organization, interpretation, evaluation, and cartographic representation of data and indicators related to the outlined stages and objectives were carried out. As a contribution, we focus on intellectual property indicators, such as invention patents, showing that although there are other methods for registering the potential of Industry 4.0 in Brazil, patent generation can be one of the ways to produce information about this potential. Patents serve as an instrument that applies R&D incorporation and a qualified workforce in science and technology areas. The results show that, although Campinas is an important technological hub with high-tech industries, it is the strong presence of public research institutions that drives the development of patents in Industry 4.0. It is considered that Industry 4.0 has spatial implications on the uneven development that may arise from these advances, highlighting the need for policies that support both technological and social progress.

Keywords: Industry 4.0; Patents; Methodology; Regional Development.

Lista de Figuras

Figura 1 - Taxonomia de intensidade tecnológica da OCDE	30
Figura 2 - Exemplo de uma classe na estrutura CNAE	31
Figura 3 - Símbolo completo da classificação.....	36
Figura 4 - Tecnologias e dispositivos usados para formar rede de suporte para IoT	64
Figura 5 - Modelo de atuação do CPQ de Technology Readiness Level.....	123
Figura 6 - Produtos e soluções do CPQD para o mercado	124
Figura 7 - Plataformas tecnológicas do CPQD	125
Figura 8 - Impactos, prazo de adoção e maturidade das tecnologias na sua área de atuação.....	126
Figura 9 - Projetos desenvolvidos em parceria com EMBRAPIL.....	128

Lista de Quadros

Quadro 1 - Ramos de alta intensidade em P&D.....	31
Quadro 2 - Ramos de média-alta tecnologia em P&D	32
Quadro 3 - Atividades de serviços de alta intensidade de P&D.....	34
Quadro 4 - Atividades de serviços de média alta intensidade de P&D	34
Quadro 5 - Classificação dos pedidos de patentes associados à indústria 4.0.....	40
Quadro 6 - Políticas da indústria 4.0 pelo mundo	66
Quadro 7 - Principais ações e políticas públicas de indústria 4.0 no Brasil.....	67
Quadro 8 - Tipos de instrumentos de transformação digital da indústria.....	69
Quadro 9 - Setor farmacêutico em faturamento no Brasil.....	101
Quadro 10 - Universidades e Instituições científicas e de inovação tecnológica.....	102
Quadro 11 - Lista de projetos de PD&I executados pelo CTI.....	116
Quadro 12 - Atividades e setores econômicos das tecnologias da informação e comunicação (TIC)	132
Quadro 13 - Municípios da RMC com maior número de empregos formais nas atividades e setores econômicos das tecnologias da informação e comunicação (TIC) em 2021.....	135
Quadro 14 - Número de códigos depositados no subgrupo hardware.....	149
Quadro 15 - Número de códigos depositados no subgrupo connectivity	151
Quadro 16 - Número de códigos depositados no subgrupo software	151
Quadro 17 - Número de códigos depositados no subgrupo security	152
Quadro 18 - Número de códigos depositados no subgrupo analytics	154
Quadro 19 - Número de códigos depositados no subgrupo enterprise	156
Quadro 20 - Número de códigos depositados no subgrupo infrastructure	157
Quadro 21 - Número de códigos depositados no subgrupo personal	158
Quadro 22 - Lista de propriedade intelectual do CTI.....	185

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Maiores investidores em P&D no município de Campinas entre 2012 e 2020, em R\$ milhões	103
Gráfico 2 - Valor de transformação industrial por setor na cidade de Campinas/SP (2018)	134
Gráfico 3 - Projetos apoiados pelo PIPE associados à indústria 4.0	143
Gráfico 4 - Distribuição absoluta dos projetos apoiados pelo Pipe associados à indústria 4.0 por competência tecnológica	144
Gráfico 5 - Número de pedidos/patentes de máquinas e equipamentos contendo IA dos principais depositantes do setor no Brasil	145
Gráfico 6 - Número de pedidos/patentes dos principais depositante residentes no Brasil no setor de máquinas e equipamentos contendo IA.....	146
Gráfico 7 - Depósitos de Patentes de invenção na região metropolitana de Campinas em 2000-2019	147

Lista de Mapas

Mapa 1 -Localização do município de Campinas/SP.....	18
Mapa 2 - Distribuição das empresas apoiadas pelo programa Pipe (1997 a 2023).....	82
Mapa 3 - Distribuição de fomento por município nas empresas de alta e média alta tecnologia pelo programa Pipe (1998 a 2023)	83
Mapa 4 - Limites da Macrometrópole Paulista	89
Mapa 5 - Indústria, inovação e infraestrutura.....	90
Mapa 6 - Participação dos empregos em atividades intensivas em conhecimento e tecnologia	91
Mapa 7 - Área com presença de atividades econômicas	95
Mapa 8 - Localização industrial do ramo de elétricos (2021).....	96
Mapa 9 - Localização industrial do ramo de máquinas e equipamentos (2021)	97
Mapa 10 - Localização industrial do ramo de outros equipamentos de transporte (veículo ferroviário) e (fabricação de aeronaves) (2021)	98
Mapa 11 - Localização industrial do ramo de produtos diversos (2021)	98
Mapa 12 - Localização industrial do ramo de químicos (2021).....	99
Mapa 13 - Localização industrial do ramo de veículos (2021)	99
Mapa 14 - Localização industrial do ramo de eletrônicos (2021).....	100
Mapa 15 - Localização industrial do ramo de farmoquímicos e farmacêuticos (2021)	101
Mapa 16 - Transporte aéreo de cargas no aeroporto de Campinas/SP	105
Mapa 17 - Depósito de patentes de invenção por estado em 2019.....	142

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Classificação Internacional de Patentes (CPC)	35
Tabela 2 - Faixas dos códigos das Invenções ligadas à indústria 4.0.....	36
Tabela 3 - Tecnologias centrais.....	37
Tabela 4 - Tecnologias Habilitadoras.....	38
Tabela 5 - Tecnologia de aplicação	39

Lista de Abreviaturas

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CNI – Confederação Nacional da Indústria

CNPEM – Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais

CPC – Cooperative Patent Classification

CPQD – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações

CTI – Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer

3D – Impressão Tridimensional

EPO – European Patent Office

EMBRAPII – Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

IA – Inteligência Artificial

ICTS – Instituições Científicas e de Inovação Tecnológica

INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial

IoT – Internet das Coisas

IPC – International Patent Classification

I4T – Industry 4.0 Technology

I4.0 – Indústria 4.0

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PD&I – Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação

PIPE – Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas

PI – Patentes de Inovação

PIB – Produto Interno Bruto

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

RA – Região Administrativa

RFID - Radio-Frequency Identification

RM – Região Metropolitana

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

RIS – Regional Innovation System

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SPTEC - Sistema Paulista de Parque

TIC – Tecnologia Informação e Comunicação

TI – Tecnologia da Informação

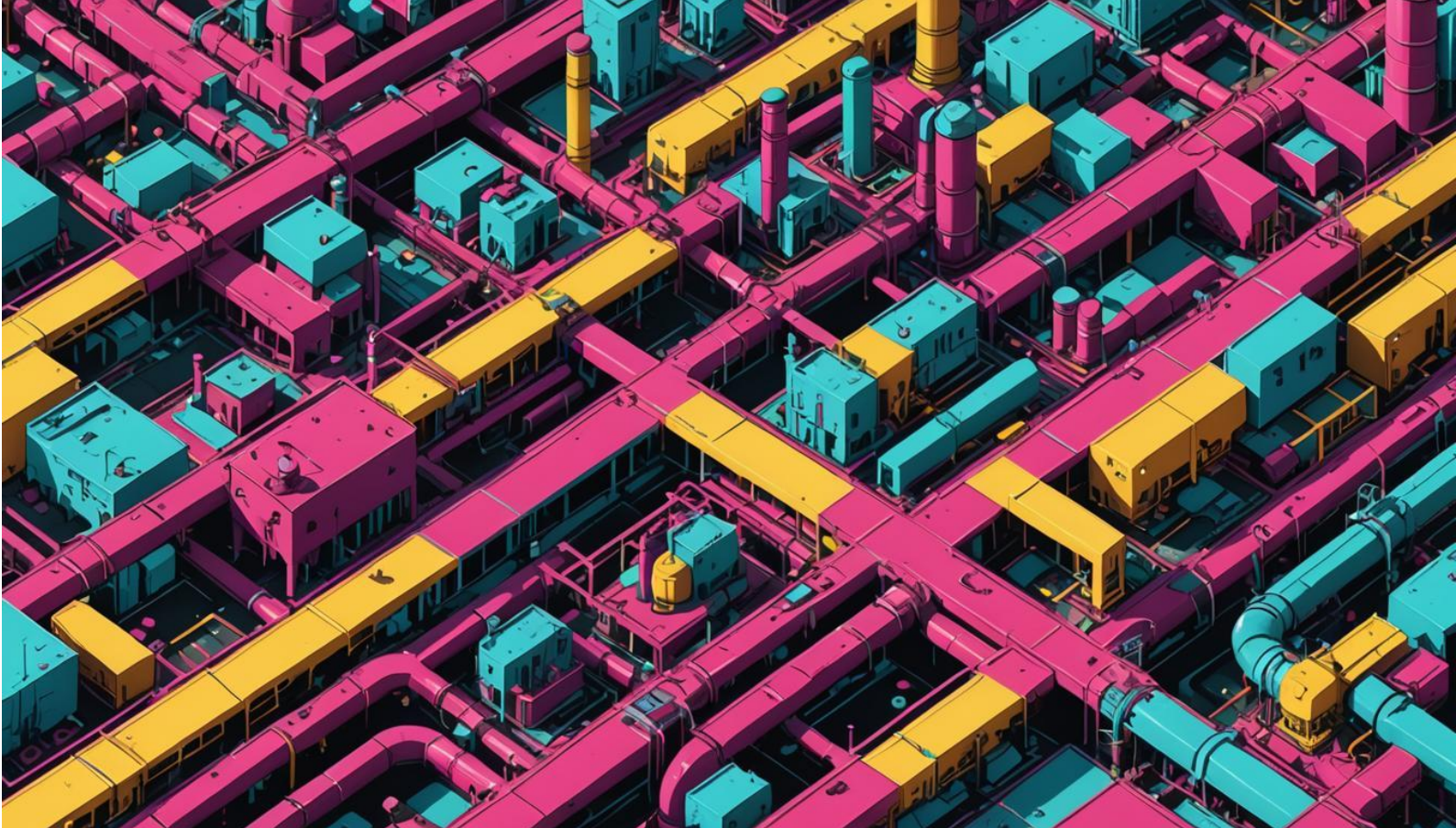
TRL - Technology Readiness Level

VTI - Valor de Transformação Industrial

WSN - Wireless sensor networks

Sumário

INTRODUÇÃO	17
1. METODOLOGIA	27
2. OS CONCEITOS GEOGRÁFICOS FUNDAMENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	43
2.1. Território, Técnica e Redes na Construção da Indústria 4.0	44
3. DESVENDANDO A INDÚSTRIA 4.0.....	58
3.1. Pilares da Indústria 4.0.....	63
3.2. Estratégia Nacional de Políticas Públicas para indústria 4.0	65
3.3. O Pensamento Crítico sobre a Indústria 4.0.....	71
4. DESAFIOS DA INSERÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0: MUDANÇAS E CONSEQUÊNCIAS DAS DESIGUALDADES REGIONAIS.....	76
4.1. Principais configurações espaciais produtivas, tecnológica e científica de Campinas	86
4.1.1. Parque Científico e Tecnológico da Unicamp	107
4.1.2. Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI).....	112
4.1.3. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD).....	122
4.1.4. Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	131
5. PATENTES POR TRÁS DA INDÚSTRIA 4.0 EM CAMPINAS.....	140
5.1. Grupos relacionados à Indústria 4.0.....	148
5.1.1. Tecnologias Centrais	148
5.1.2. Tecnologias Habilitadoras	152
5.1.3. Tecnologias de Aplicação.....	155
CONCLUSÕES	160
REFERÊNCIAS	165
Anexo A	180
Anexo B	181
Anexo C	183
Anexo D	185



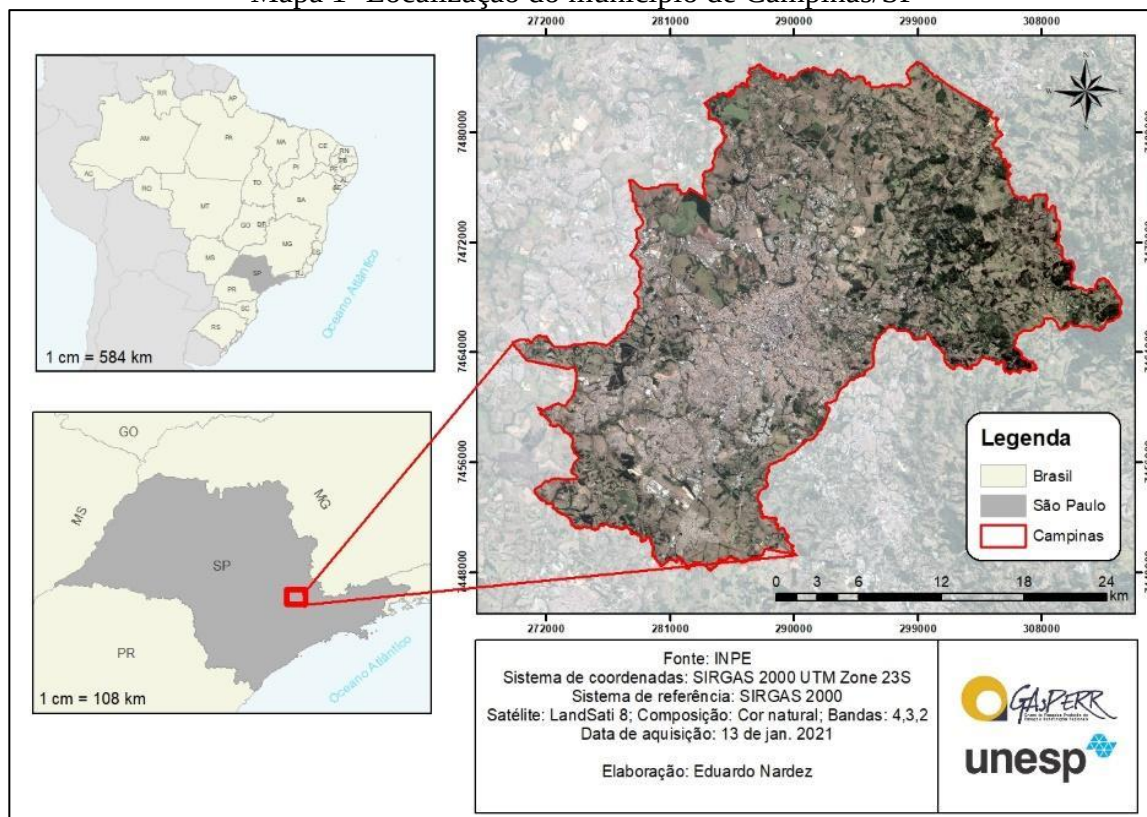
INTRODUÇÃO

O presente estudo, apresentado sob o título *Indústria 4.0 e desenvolvimento regional: análise de patentes no município de Campinas/SP* tem como **objetivo geral**, levantar indicadores de propriedade intelectual, incluindo patentes de invenção, para auxiliar na compreensão do desenvolvimento da indústria 4.0 em Campinas/SP, identificando as políticas públicas que influenciam no desenvolvimento, abordando a infraestrutura disponível em Campinas, como entrevistas com atores das instituições de ciência e tecnologia (CT&I) que estão acompanhando as tendências mundiais na construção de um ambiente favorável à Indústria 4.0.

O contexto histórico-econômico de Campinas/SP (Mapa 1) adquiriu cada vez mais expressividade produtiva com o processo de desconcentração industrial. Investimentos eram realizados para garantir as condições de produção e de logística para as indústrias, como é o caso do conjunto de vias de transportes que ofereceram acessibilidade aos fatores de inversões, arquitetando o que Sposito (2015) chamou de **eixo de desenvolvimento**, conformado pelas principais rodovias que afetam no sentido positivo, a dinâmica econômica, embasado nas decisões de localização das empresas, o que foi caracterizado, também, por Roxo (2018) que destaca o crescimento industrial ao longo dos eixos de desenvolvimento urbano-industrial da RMC, encontrando-se empreendimentos logísticos e industriais para o transporte, armazenagem e distribuição, além de loteamentos para condomínios industriais e logísticos. Aí se observam novos espaços industriais com a participação de relações entre o capital industrial,

imobiliário e financeiro, e entre o industrial e o informacional que engendram a reestruturação produtiva e socioespacial contemporânea.

Mapa 1 -Localização do município de Campinas/SP



Fonte: Inpe

Org.: Eduardo Nardez

Foi no processo de desconcentração industrial na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) a partir dos anos de 1970 que houve importantes transformações para o município e sua Região Metropolitana (RM). Com a crise do regime de acumulação fordista, Campinas tornou-se um território fértil para o desenvolvimento industrial. Houve benefícios com a entrada de grandes empresas no interior paulista, principalmente no município-sede, conformando uma complexa rede na cadeia produtiva, com diversos complexos territoriais industriais e por aglomerações integradas por empresas produtivamente vinculadas em encadeamentos iniciais para instalação de indústrias de alta tecnologia.

Jóia e Selingardi-Sampaio (1995) afirmam que, na década de 1970, ocorria a expansão do setor de alta tecnologia em Campinas a partir da atuação de três agentes fundamentais: governo federal, estadual e os empresários das indústrias. Na década de 1980 concretizavam-se os polos de alta tecnologia, evidenciados por três fatores: a universidade voltada para o desenvolvimento científico e tecnológico, fornecendo mão de obra especializada; cinco institutos de pesquisa e seis unidades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) com destaque para

áreas de informática e telecomunicação; e 34 indústrias de alta tecnologia inseridas num ambiente favorável de inovação.

Caiado et al. (2002) expressam que a principal motivação para as empresas de alta tecnologia se instalarem em Campinas foi a existência de infraestrutura e logística privilegiadas. Dessa maneira, nota-se que as indústrias de alta tecnologia têm optado pela implantação dos estabelecimentos às margens das rodovias. No eixo Anhanguera (SP-330) e Dom Pedro I (SP-065) encontra-se o condomínio Techno Park, destinado a empresas de alta tecnologia e trabalhadores de alta qualificação; na rodovia Adhemar de Barros (SP-340) há grandes áreas destinadas às indústrias de alta tecnologia, como o Polo II da Companhia de Alta Tecnologia (CIATEC) e o acelerador de partículas Sirius; em direção a Indaiatuba, pela rodovia Santos Dumont (SP-075), tem-se apresentado potencial para atividades econômicas por causa de sua localização próxima ao Aeroporto Viracopos, da ligação com a região de Sorocaba e da articulação das rodovias Anhanguera e Bandeirantes (SP-348) com as rodovias Castelo Branco (SP-280) e Raposo Tavares (SP-270) (CAIADO e PIRES, 2006).

A transformação da Região Administrativa (RA) de Campinas ocorre pelas políticas governamentais, o transbordamento industrial e os crescentes custos de localização na capital paulista fizeram com que se criasse uma força empreendedora em um polo que se torna hegemônico. Desse modo, a RA de Campinas apresenta estrutura econômica diversificada e base industrial que comporta desde atividades tradicionais até as mais especializadas, como aquelas que envolvem ciência e tecnologia. Além desses, possui agricultura moderna e integrada à indústria, bem como um sofisticado setor de serviços associado à dinâmica industrial e urbana regional.

Roxo (2018) demonstra que a centralização de capital e o aumento da participação do capital transnacional na economia paulista indicam um processo em que os interesses externos favorecem as economias centrais, como é o caso da RM de Campinas que tende a centralizar as funções de comando e absorver a maior parte da mais-valia gerada no processo de produção industrial; assim, as atividades inovadoras e os ramos industriais de alta tecnologia acabam por se concentrar nas cidades do topo da hierarquia urbana, reafirmando a centralidade desses locais que ficam submetidos aos interesses dominantes, o que prova um crescimento assimétrico e desigual.

O movimento em direção ao interior do estado traduziu o que Lencioni (2017) chama de metropolização do espaço da região de Campinas. Segundo a autora, o processo de metropolização de Campinas é resultado do processo de desconcentração industrial da RMSP,

que colaborou para o que se denomina de região metropolitana expandida de Campinas e Sorocaba.

Campinas e sua região metropolitana contribui para atrair cada vez mais empresas interessadas em se beneficiar do ambiente incentivado para o conhecimento científico e inovação tecnológica, o papel das instituições científicas é fundamental para o desenvolvimento econômico da indústria 4.0 abordando a questão da estratégia que tem para o desenvolvimento regional que foi moldada pela forte presença industrial passada na região, como demonstrarei no decorrer dessa dissertação a partir dos apontamentos iniciais aqui demonstrados e das sugestões, correções e observações postas por nossos avaliadores.

Desse modo, considero necessário debater geograficamente temas que demonstrem a pertinência da proposta da dissertação, dentre eles: Indústria 4.0, Quarta Revolução Industrial, macrometrópole, cidade-região, impacto das regiões econômicas com a ingressão da indústria 4.0, instituições de ciência e tecnologia, inovação tecnológica, empresas de alta tecnologia, pedidos de patentes relacionadas à indústria 4.0 e os desafios do Brasil para Quarta Revolução Industrial, como será apresentado ao longo da dissertação.

A Quarta Revolução Industrial é analisada considerando que as novas tecnologias induziram as empresas a adotar decisões diferentes das que tiveram nas revoluções anteriores e para se manterem competitivas em suas capacidades de inovação e adaptação às inovações são fundamentais (SPOSITO, 2019). Por tal motivo, pretendo colaborar com o debate geográfico da indústria 4.0 por ser ele um assunto atual e necessário para compreender o que ocorre em termos de transformações no sistema industrial, e suas características e repercussões no território brasileiro e, nesse ponto, delimito o recorte espacial, especificamente, Campinas/SP. Esse debate tangencia o recorte territorial proposto e as condições de produção que vou estudar.

Como afirma Santos (2000), a influência de Campinas/SP transpõe limites cuja dinâmica do desenvolvimento econômico extravasa para as cidades vizinhas, que criam relações interdependentes e de complementaridade, configurando um complexo polo regional industrial, onde se localizam indústrias de alta tecnologia ligadas aos setores de ponta da indústria nacional. Em resumo (e para salientar o estudo), mesmo que o **recorte** definido seja o município de Campinas, ele **não está isolado** de sua região (metropolitana) devido às dimensões das relações econômicas, para as quais a **proximidade** é estrategicamente relevante.

Dessa forma, visando desenvolver uma linha de raciocínio coerente e que permita, a partir do **objetivo geral** já apresentado, elaboro uma questão focal que nos permita melhor definição, qual seja: identificar quais ações, como produtos e tecnologias os centros de pesquisa

localizados em Campinas têm desenvolvido para a implementação e aplicação das tecnologias da Indústria 4.0.

As abordagens da indústria 4.0 são pouco estudadas por pesquisadores na Geografia, ainda que a inovação tenha ganho maior destaque entre vários geógrafos. Assim, constato que a maioria dos estudos sobre a indústria 4.0 está sob a responsabilidade de economistas e engenheiros, que geralmente adotam uma visão quantitativa, embora acredito ser necessária a integração de conhecimentos de outras áreas. A Geografia parece permanecer na sombra desse debate e, particularmente no Brasil, o tema é pouco discutido em comparação com países mais industrializados, considerando a quantidade de publicações científicas sobre essa temática. Contudo, não considero esse reconhecimento como uma dificuldade, ainda que um desafio, está se torna nossa **justificativa**.

Os estudos de **inovação** são relevantes para a pesquisa desenvolvida, uma vez que a Indústria 4.0, para se manter competitiva, necessita de capacidades de inovação e adaptação que serão determinantes para o seu futuro. A inovação, neste contexto, deve englobar a introdução de novos produtos no sentido econômico, sendo completa quando há transação comercial envolvendo uma **invenção**, que pode ser uma ideia, esboço ou modelo para um novo produto ou um artefato melhorado, produto ou processo, conforme discutido neste trabalho pelas patentes. A inovação proposta pela Indústria 4.0 é caracterizada por mudanças no paradigma tecno-econômico que afetam a estrutura e as condições de produção e distribuição de quase todos os ramos da economia (SANTOS, FAZION e MEROE, 2011).

Nesse aspecto, estudos da geografia industrial são pertinentes para o entendimento das dimensões espaciais, como demonstra Claval (2005), e a geoeconomia é marcante para compreender as estratégias dos agentes econômicos num mundo em que empresas globais (SANTOS, 2009) desempenham relevância imprescindível na atual etapa do capitalismo neoliberal e, como pretendo demonstrar, a I4.0 está amplamente inserida nesse processo devido à vasta possibilidade de aplicação que se estende, por exemplo, desde a poderosa indústria bélica até as não menos poderosas indústrias voltadas ao agronegócio.

Diante desses fatos, considero que entender as implicações espaciais, portanto geográficas, do desenvolvimento industrial, envolve não apenas a evolução das indústrias regionais, mas também seus impactos, positivos ou negativos, sobre a relação entre a sociedade e a natureza na produção do espaço, uma vez que o desenvolvimento da I4.0 pode impactar, a partir dos rápidos exemplos acima expostos, distintas dinâmicas que atuam sobre o planeta, a social e a natural.

Nesse aspecto, a geografia pode possuir relevância central no debate acadêmico sobre a I4.0 que renegocia as relações espaciais em diferentes escalas, criando desigualdades espaciais a partir de seu corolário, o desenvolvimento desigual (SMITH, 1983), bem como em ser um novo potencial para o desenvolvimento regional, apresentando, também, um impacto no contexto local e global que desafia a compreensão de espaço e escala devido a sua capacidade de reestruturar cadeias de valor e redes de conhecimento (FRASKE, 2022).

Para desenvolver a I4.0 são necessárias políticas que orientem objetivos propostos, que podem ser definidos com ações públicas baseadas em conhecimentos tecnológicos. A **política de inovação** tem um papel para o progresso econômico, mas é um processo complexo e sistêmico. Sua complexidade refere-se ao fato de que não basta ter uma boa ciência se não houver uma boa base produtiva, é necessário ter capacidade para utilizar os princípios científicos descobertos para a geração de novos produtos, afirmando, dessa forma, que a política de inovação envolve a relação entre ciência e produção. Por exemplo, as inovações são parcelas importantes para a I4.0 pois envolvem grandes desafios que requerem compromissos de longo prazo e o envolvimento de diferentes agentes, disciplinas e instrumentos. Conforme afirma Tunes (2016, p. 10), a lógica territorial do processo de inovação se dá a partir da horizontalidade em que diferentes agentes da inovação cooperam entre si, isto é, está presente a ideia de aprendizagem coletiva e relações de cooperação entre empresas distintas que levam à complementação da produção.

Em vista disso, o processo de capacitação de um país e de sua economia pela apropriação e criação de novas tecnologias não ocorre em curto tempo ou em qualquer espaço, daí a ideia de seletividade socioespacial ser um importante referencial conforme proposto por Correa (2006). Deve-se, ainda, passar por longo processo de formação de recursos humanos, pesquisadores, tecnólogos e gestores. Para Fernandes (2016, p. 5), é importante a criação de mecanismos de estímulo à criatividade e à apropriação no intuito de se apropriar dos benefícios da criatividade para redução de desigualdades regionais e sociais, e para elevar autonomia de pessoas e grupos sociais, ou seja, é preciso considerar o social para o desenvolvimento local e regional. Lundvall (2007, p. 107) concebe a inovação como um processo social, visto que o conhecimento está incorporado nas mentes e corpos dos agentes como nas relações entre as pessoas, que irá envolver nas rotinas das empresas e das organizações. Storper (2018) nomeia tal processo de **infraestrutura relacional geral das regiões**, que potencializa a trajetória de uma região, como as regras, rotinas, crenças ou convenções coletivas que dão precedência para as novas tecnologias. Neste ponto, busco demonstrar como a I4.0 deve ter respaldo territorial

(no recorte municipal, regional ou nacional, no caso brasileiro) e, para tanto, deve ser considerado o papel das políticas públicas, visando fornecer a dimensão real do seu desenvolvimento tecnológico.

O destaque da região ocorre pela mesma por apresentar as **condições gerais de produção**, conceito de origem marxista sobre a relação entre o processo imediato de produção e o processo global de produção no qual a mediação é feita pelos equipamentos de consumo coletivo que se relacionam com o processo produtivo (LOJKINE, 1995, apud TUNES, 2015, p. 429). Desse modo, a região de Campinas faz parte da macrometrópole paulista, porção do espaço em que a atividade inovadora industrial se territorializa. O que faz da macrometrópole uma cidade-região de fato é a sua possibilidade de articulação regional, que supera o entrave municipalista. Assim, considera que o conceito de cidade-região apresenta mais aderência para a construção da macrometrópole em vista de seu papel na reestruturação produtiva, suas relações interescares, a superação da dimensão urbana e a presença de conflitos territoriais pelo processo de desenvolvimento empreendido (TAVARES, 2018).

Dessa forma, Campinas (e sua RM) constitui um centro dinâmico e diversificado que tem condições para a inserção da Manufatura Avançada, contando com um polo de indústrias que agregam alto valor para os seus produtos com domínios tecnológicos de digitalização da produção, nanotecnologia, biotecnologia e de tecnologias de produção digital avançada (PDA), que combinam *hardware* (robôs avançados, impressoras 3D), *software* (análise de *big data*, computação em nuvem e inteligência artificial) e conectividade (internet das coisas – IoT). A cidade mostra-se como um dos principais polos do país na área da IoT.

A predominância do setor industrial de informática e eletrônico, e o da ciência da computação e da tecnologia da informação, leva em consideração o setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC) e o setor de informática que, em conjunto com as atividades de *softwares*, aperfeiçoaram os processos industriais, permitindo alcançar patamares de sofisticação. O trabalho fornece algumas mudanças na produção e no trabalho, incluindo questões relacionadas à desigualdade regional, visto que a composição das economias regionais tem sido fator crucial para entender os caminhos evolutivos das regiões, sendo chave para explicar o declínio, renovação ou diversificação das indústrias nos espaços regionais (PROPRIS e BAILEY, 2020).

A desigualdade regional acompanha a territorialização da inovação que se justifica pela relevância do conhecimento de tipo tácito, dependente de contextos socioterritoriais. O processo territorial efetiva-se quando seu segmento econômico depende da localização, ainda

mais se os recursos existem em locais específicos. No caso do Brasil, os recursos de conhecimento estão fortemente concentrados em poucas regiões, sobretudo os recursos de conhecimento tácito. Isso faz com que a região seja seletivamente diferenciada das demais aglomerações pela sua intensidade e diversidade de usos e movimentos de todos os tipos (TAVARES, 2018; TUNES, 2015).

Assim, torna-se estratégico para a manufatura brasileira acelerar o ritmo de difusão das tecnologias da I4.0 que visam intensificar a nova onda tecnológica. No entanto, a estratégia mostra carência de um plano nacional e falta de coordenação entre as instituições públicas entre si, e entre elas e o setor privado. Portanto, deve-se levar em consideração o planejamento nas três esferas: União, estados e municípios para se adequar à era digital, visto que o advento e o acesso às novas tecnologias permitem que surjam novas cadeias produtivas mais bem adaptadas à realidade nacional e global. O mapeamento da indústria 4.0 traz resultados que podem ajudar para estudos futuros sobre o planejamento de políticas industriais, pois quando tomamos conhecimento das características regionais, é possível compreender as políticas públicas direcionadas para o crescimento econômico, a competitividade e o desenvolvimento.

Dessa maneira, no **capítulo 1**, escrito a partir do trabalho de Santos (2023) e da CNI (2023), que mapeou as patentes da Indústria 4.0 no Brasil. Juntamente com a utilização dos autores, usou o relatório *Patents and the Fourth Industrial Revolution*, elaborado pelo *European Patent Office (EPO)* que deu respaldo para que servisse como início de partida para a pesquisa dessa dissertação. Esse trabalho faz a relação entre códigos do *Cooperative Patent Classification (CPC)* e grupos de tecnologias definidos como relativos à Indústria 4.0. O relatório derivou nos grupos de tecnologias que originou em uma lista de classificações de tecnologias relacionadas à Indústria 4.0. Foram estabelecidos três grandes grupos: tecnologias centrais, tecnologias habilitadoras e setores de aplicação. Cada grupo contém subgrupos, que serão definidos de forma detalhada no capítulo. Os dados de patentes foram retirados do Instituto Nacional da Propriedade Intelectual que um dos serviços prestados é os registros de patentes, a base de dados fornece uma visão do uso de propriedade intelectual no Brasil. Fornecem informações sobre quem e em quais tecnologias da indústria 4.0 tem sido depositada e usada.

O **capítulo 2** recompõe os conceitos de território, técnica e redes para explicar a construção da indústria 4.0. Assim, o capítulo divide os conceitos com a finalidade de compreender a realidade do tema, que é multidisciplinar, transversal, multidimensional e global. O território fornece a base para as condições das relações de produção, inovações e

tecnologia, caracterizando-se por um território corporativo por grandes empresas, mergulhando no conceito de sistemas de redes das novas tecnologias da informação. Portanto, o território será a base material para as técnicas que representam o avanço que estamos vivendo nos processos produtivos e de conhecimento. A união entre a técnica e ciência, juntamente com o acúmulo de conhecimento e especialização moldado por diferentes modos de produção em diferentes estágios do desenvolvimento histórico do capitalismo, mediatizada pelo trabalho, que movimentado pelas redes, vai permitir conectar e distribuir esses avanços, criando um sistema integrado, interdependente e desigual que caracteriza a indústria 4.0.

O **capítulo 3** apresenta uma conceituação da Indústria 4.0, juntamente com seus pilares, que incluem tecnologias habilitadoras como sistemas ciberfísicos, internet das coisas (IoT) e computação em nuvem. Uma das características da Indústria 4.0 é a integração, que se tornou central para a transformação digital e as novas tecnologias mencionadas neste capítulo. São três tipos de integração abordados: horizontal, vertical e de ponta a ponta, demonstra que esse novo avanço tem como chave o fator tecnológico, com a elaboração e transmissão de grandes volumes de dados, informações, comunicações e textos, permitindo processos de produção remotos, automatizados, robotizados e integrados.

O capítulo observa o sistema multiescalar das políticas brasileiras destinadas a facilitar a inovação e a introdução da indústria 4.0 no Brasil. As ações de políticas públicas identificadas podem desempenhar melhores condições para o conhecimento. Por fim, discute-se brevemente a ascensão dos aspectos da digitalização acompanhado de forma dialética a relação entre trabalho vivo subjugado pelo trabalho morto com a interface máquina-máquina que já é capaz de dispensar a atuação humana direta.

O **capítulo 4** enfoca a importância da capacidade regional, visto que as tecnologias 4.0 fazem parte de uma evolução da tecnologia 3.0, que está ligada ao paradigma das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Propondo que as regiões mais propensas à diversificação seriam aquelas onde essas tecnologias estão mais presentes. O que evidencia as consequências da indústria 4.0 para a desigualdade regional, por serem tecnologias complexas, elas tendem a se concentrar em regiões mais dinâmicas. Além disso, o capítulo trouxe a ideia de que, apesar das tecnologias presentes no território influenciarem no desenvolvimento regional, há outras variáveis que podem desempenhar um papel ao impulsionar as regiões. Portanto, abordou-se os múltiplos atores do conhecimento, tanto empresariais quanto não empresariais, institutos de pesquisa e instituições educacionais, como o Parque Científico e Tecnológico da Unicamp, o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento

em Telecomunicações (CPQD) que determinam a capacidade de aprendizagem e desenvolvimento da região de Campinas, sendo um facilitador para a indústria 4.0.

O capítulo 5 concentrou-se para determinantes locais em Campinas/SP para obter evidências empíricas da criação de conhecimento na indústria 4.0. De todas as descobertas podemos trazer alguns fatos interessantes que a maior parte das patentes é liderada por instituições públicas, mais precisamente pela Unicamp e pelos institutos de ciência e tecnologia que impulsionam o conhecimento. Olhou-se de perto os campos de aplicação das tecnologias da indústria 4.0 e quais tipos de tecnologias seriam produzidas e implementadas em Campinas/SP.



1. METODOLOGIA

Em termos metodológicos, foram necessários ajustes para produzir as informações geográficas, isso porque, como escrevo acima, a pesquisa pode apresentar uma nova fração da realidade sobre o tema proposto. A falta de técnicas metodológicas mais concretas ainda representa um desafio para explorar todo potencial da I4.0. Apesar de algumas limitações, como pretendo demonstrar, os **estudos sobre dados de patentes**¹ são aqui considerados adequados para considerar invenções e criações de conhecimento. Isso ocorre pois eles permitem identificar a base de conhecimento regional por meio de **códigos tecnológicos**² depositados na região.

Assim, utilizo os dados de patentes para capturar potenciais informações das regiões que possam contribuir para a produção de novos conhecimentos em tecnologia da indústria 4.0 (*Industry 4.0 Technology – I4T*, sigla em inglês). Embora as patentes sejam uma fonte rica de informações, pode haver outras fontes de conhecimento (incorporadas em P&D e habilidades das pessoas, diversidade cultural) que são altamente relevantes para I4Ts e que não são absorvidas por dados de patentes, devido à dificuldade de quantificar adequadamente as habilidades cognitivas. Essas limitações surgem devido ao fato que algumas invenções e inovações 4.0 relevantes podem não ter sido patenteadas (SUZIGAN et al., 2006; LAFFI e BOSCHMA, 2021).

Outro ponto a destacar é que as regiões podem aproveitar o paradigma tecnológico 4.0 por meio de adoções passivas produzidas em outros lugares, ou seja, existem diversos fatores que podem dificultar a investigação sobre os investimentos e adoção de tecnologia 4.0. Assim, saliento a importância de indicadores múltiplos, pois o esforço tecnológico das empresas depende de múltiplos fatores, e não de um indicador baseado apenas em um tipo de informação, como o registro de patentes (SUZIGAN et al., 2006; LAFFI e BOSCHMA, 2021).

Em decorrência desses fatores, proponho uma metodologia que pode avaliar como o município de Campinas está acompanhando as tendências tecnológicas da I4.0 por meio dos pedidos de patentes. Espera-se que as patentes tenham papel decisivo para um possível caminho de captar a indústria 4.0 por representar um ativo que pode ser implementado em diversos domínios e complementado com outros procedimentos metodológicos, como vou expor a seguir, iniciando pelo proposto pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

¹ Banco de patentes nacionais e internacionais do INPI para descobrir detalhes sobre qualquer invenção.

² O código é como o CEP de um endereço físico para localizar o documento a fim de facilitar o acesso às informações tecnológicas.

A pesquisa para a indústria 4.0 em Campinas/SP tem sido analisada a partir da **classificação da função da intensidade tecnológica**. Para o desenvolvimento da pesquisa e proposição metodológica, parto da metodologia organizada na figura 1 pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) que se baseia no indicador de intensidade em P&D a partir da razão entre os investimentos em P&D e o PIB. A OCDE, com a atualização de 2016, classifica a indústria de transformação em cinco grupos: alta, média-alta, média, média-baixa e baixa intensidade tecnológica (MORCEIRO, 2019).

A nova característica da taxonomia da OCDE segue a Classificação Internacional Normalizada Industrial (em inglês, ISIC) que inclui na sua 4ª revisão (OCDE, 2016) a inclusão de indústrias na manufatureiras, especialmente serviços, com destaque para serviços de tecnologia da informação, pesquisa e desenvolvimento científico que emergem como ramos intensivo em P&D.

Figura 1 - Taxonomia de intensidade tecnológica da OCDE

Intensidade em P&D	Manufatura	P&D como % do PIB	Não Manufatura	P&D como % do PIB
Alta	303: Aeronave e componentes relacionados	31,69	71: Pesquisa e desenvolvimento científico	30,39
	21: Farmacêutica	27,98	582: Desenvolvimento de sistemas (software)	28,94
	26: Informática, eletrônicos e produtos ópticos	24,05		
Média-Alta	251: Armas e munições	18,87	62-63: Outros serviços de informação	5,92
	29: Veículos automotores e autopeças	15,36		
	325: Instrumentos médicos e odontológicos	9,29		
	28: Máquinas e equipamentos	7,89		
	20: Químicos	6,52		
	27: Máquinas e equipamentos elétricos	6,22		
	30X: Veículos ferroviários, veículos militares de combate e outros	5,72		
Média	22: Plásticos e borracha	3,58		
	301: Construções e embarcações	2,99		
	32X: Produtos diversos , exceto código 32.5	2,85		
	23: Outros minerais não metálicos	2,24		
	24: Metalurgia básica	2,07		
	33: Manutenção, reparação e instalação de M&Es	1,93		
Média-Baixa	13: Têxteis	1,73	69-75X: Atividades profissionais, científicas e técnicas, exceto P&D (ISIC 69-75 menos 72)	1,76
	15: Calçados e artefatos de couros	1,65	61: Telecomunicações	1,45
	17: Papel e celulose	1,58	05-09: Indústria extrativa	0,8
	10-12: Alimentos, Bebidas e Fumo	1,44	581: Edição e edição integrada à impressão	0,57
	14: Vestuário e acessórios	1,4		
	25X: Produtos de metal, exceto código 25.2	1,19		
	19: Refino de petróleo e biocombustíveis	1,17		
	31: Móveis	1,17		
	16: Madeira e produtos da madeira	0,7		
	18: Impressão e reprodução de gravações	0,67		

Fonte: extraído de Moreiro, 2019

Para o desenvolvimento da pesquisa, optou-se por não considerar as indústrias de baixa tecnologia, uma vez que o foco da análise está nas indústrias de alta e média alta tecnologia, em termos de inovação e desenvolvimento tecnológico no contexto investigado. Dessas, fazem parte 10 ramos manufatureiros e 3 de serviços que reúnem a produção de aviões, desenvolvimento de sistemas (*software*), produtos farmacêuticos, informática e eletrônicos,

armas e munições, automóveis, máquinas e equipamentos, químicos, serviços da informação e outros. O desenvolvimento de sistemas (*software*) é o setor tecnológico de serviços que terá maior relevância a partir dos desdobramentos da indústria 4.0, por contar com empresas como a Microsoft, Oracle e Google etc. (MORCEIRO, 2019). Apesar de focar apenas nas empresas de alta e média-alta intensidade tecnológica, ressalto que as firmas dos estratos de baixa intensidade tecnológica pode ter a mesma capacidade de inovação, assim como os ramos de alta intensidade tecnológica não necessariamente terão mais capacidade de inovação.

O trabalho buscou, em seguida, mostrar quais atividades da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) correspondem aos setores da OCDE. Assim, o passo foi identificar quais destas classes econômicas seriam consideradas alta e média alta intensidade em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Para isso, é válido entender o lugar que uma classe econômica ocupa na estrutura da CNAE. A CNAE está estruturada em cinco níveis hierárquicos: seção, divisão, grupo, classe e subclasse. São 27 seções, 87 divisões, 285 grupos, 673 classes e 1.329 subclasses. As seções são identificadas por letras maiúsculas, enquanto os demais níveis são identificados por dígitos - divisões, grupos, classes e subclasses são apresentados por 2, 3, 5 e 7 dígitos, respectivamente (INPI, 202).

Para ilustrar como o nível se relaciona com os demais níveis da CNAE, a figura 2 traz como exemplo a classe “21.21-1 Fabricação de medicamentos para o uso humano”, que é um dos ramos considerados de alta intensidade em P&D.

Figura 2 - Exemplo de uma classe na estrutura CNAE

Seção:	C INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO
Divisão:	21 FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS
Grupo:	21.2 Fabricação de produtos farmacêuticos
Classe:	21.21-1 Fabricação de medicamentos para uso humano
Subclasse:	2121-1/01 Fabricação de medicamentos alopáticos para uso humano 2121-1/02 Fabricação de medicamentos homeopáticos para uso humano 2121-1/03 Fabricação de medicamentos fitoterápicos para uso humano

Fonte: IBGE

Diante do exposto, no quadro 1, 2, 3 e 4 observa-se o agrupamento setorial em cada uma das categorias da tipologia tecnológica (intensidade de P&D) propostas no âmbito da OCDE.

Quadro 1 - Ramos de alta intensidade em P&D

Número hierarquia CNAE	Segmento
------------------------	----------

Divisão 30	FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES
Grupo 30.4	Fabricação de aeronaves

Divisão 21	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS FARMOQUÍMICOS E FARMACÊUTICOS
Grupo 21.2	Fabricação de produtos farmacêuticos
Grupo 21.1	Fabricação de produtos farmoquímicos

Divisão 26	FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS DE INFORMÁTICA, PRODUTOS ELETRÔNICOS E ÓPTICOS
Grupo 26.1	Fabricação de componentes eletrônicos
Grupo 26.2	Fabricação de equipamentos de informática e periféricos
Grupo 26.3	Fabricação de equipamentos de comunicação
Grupo 26.4	
Grupo 26.5	Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle; cronômetros e relógios
Grupo 26.6	Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação
Grupo 26.7	Fabricação de equipamentos e instrumentos ópticos, fotográficos e cinematográficos
Grupo 26.8	Fabricação de mídias virgens, magnéticas e ópticas

Quadro 2 - Ramos de média-alta tecnologia em P&D

Número hierarquia CNAE	Segmento
Divisão 25	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DE METAL, EXCETO MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS
Grupo 25.5	Fabricação de equipamento bélico pesado, armas e munições

Divisão 29	FABRICAÇÃO DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, REBOQUES E CARROCERIAS
Grupo 29.1	Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários
Grupo 29.2	Fabricação de caminhões e ônibus
Grupo 29.3	Fabricação de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores
Grupo 29.4	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores
Grupo 29.5	Recondicionamento e recuperação de motores para veículos automotores

Divisão 32	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS DIVERSOS
Grupo 32.5	Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos

Divisão 28	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS
Grupo 28.1	Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão
Grupo 28.2	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso geral
Grupo 28.3	Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária
Grupo 28.4	Fabricação de máquinas-ferramenta
Grupo 28.5	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e na construção
Grupo 28.6	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso industrial específico

Divisão 20	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS
Grupo 20.1	Fabricação de produtos químicos inorgânicos
Grupo 20.2	Fabricação de produtos químicos orgânicos
Grupo 20.3	Fabricação de resinas e elastômeros
Grupo 20.4	Fabricação de fibras artificiais e sintéticas
Grupo 20.5	Fabricação de defensivos agrícolas e desinfestantes domissanitários
Grupo 20.6	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal
Grupo 20.7	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins
Grupo 20.9	Fabricação de produtos e preparados químicos diversos

Divisão 27	FABRICAÇÃO DE MÁQUINAS, APARELHOS E MATERIAIS ELÉTRICOS
Grupo 27.1	Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos
Grupo 27.2	Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos
Grupo 27.3	Fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica
Grupo 27.4	Fabricação de lâmpadas e outros equipamentos de iluminação
Grupo 27.5	Fabricação de eletrodomésticos
Grupo 27.9	Fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente

Divisão 30	FABRICAÇÃO DE OUTROS EQUIPAMENTOS DE TRANSPORTE, EXCETO VEÍCULOS AUTOMOTORES
Grupo 30.3	Fabricação de veículos ferroviários
Grupo 30.5	Fabricação de veículos militares de combate

Quadro 3 - Atividades de serviços de alta intensidade de P&D

Número hierarquia CNAE	Segmento
Divisão 72	PESQUISA E DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO
Grupo 72.1	Pesquisa e desenvolvimento experimental em ciências físicas e naturais
Grupo 72.2	Pesquisa e desenvolvimento experimental em ciências sociais e humanas

Divisão 62	ATIVIDADES DOS SERVIÇOS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
Grupo 62.0	Atividades dos serviços de tecnologia da informação
Grupo 62.01-5	Desenvolvimento de programas de computador sob encomenda
Grupo 62.02-3	Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador customizáveis
Grupo 62.03-1	Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador não customizáveis
Grupo 62.04-0	Consultoria em tecnologia da informação
Grupo 62.09-1	Suporte técnico, manutenção e outros serviços em tecnologia da informação

Quadro 4 - Atividades de serviços de média alta intensidade de P&D

Número hierarquia CNAE	Segmento
Divisão 63	ATIVIDADES DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE INFORMAÇÃO
Grupo 63.1	Tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas
Grupo 63.11-9	Tratamento de dados, provedores de serviços de aplicação e serviços de hospedagem na internet

Grupo 63.19-4	Portais, provedores de conteúdo e outros serviços de informação na internet
----------------------	---

Fonte: CNAE

Depois do recorte dos setores de alta e média alta, a partir da OCDE, considero o estudo por meio de dados por patentes que sustentam a I4.0. Essa opção decorre do fato que é impulsionado pelo progresso científico visto as invenções patenteadas. É difícil decidir o que está relacionado à indústria 4.0, assim, me baseio na metodologia de Santos (2023) que buscou mapear as tecnologias ligadas à indústria 4.0 provenientes da base de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), juntamente com o relatório “*Patents and the Fourth Industrial Revolution*”, desenvolvido pelo *European Patent Office* (EPO) que relaciona os códigos do *Cooperative Patent Classification* (CPC), definindo o que seria a indústria 4.0. Complemento com a publicação da Confederação Nacional da Indústria (2021), que seguiu o relatório da *European Patent Office* (EPO) para conhecer o cenário das invenções relacionadas às tecnologias da I4.0 no Brasil a partir de um levantamento quantitativo das patentes depositadas no país.

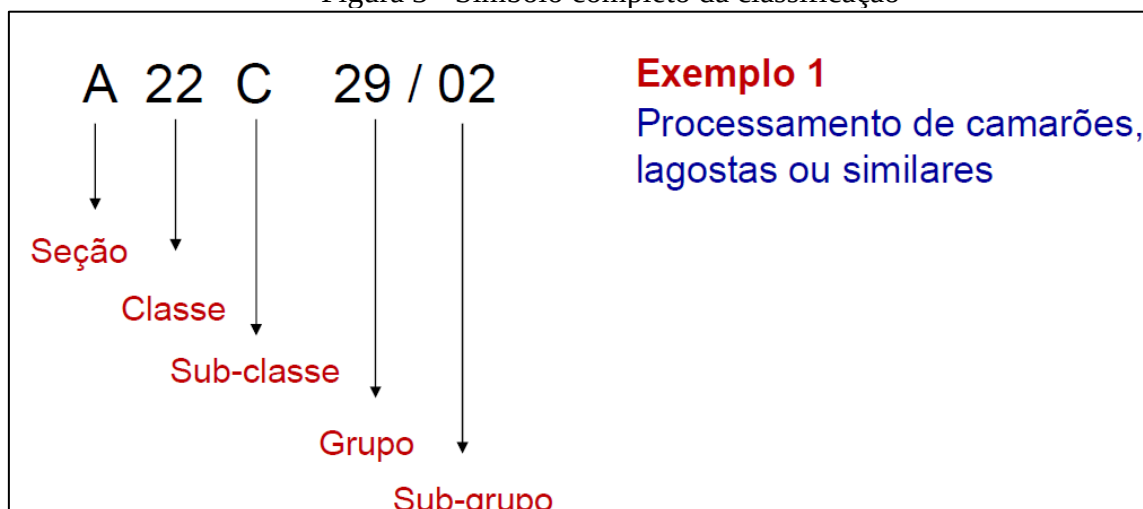
A Classificação Cooperativa de Patentes (CPC, sigla em inglês) na tabela 1 representa o sistema de classificação criado pelo *European Patent Office* (EPO) e *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), baseado no *International Patent Classification* (IPC), sistema de classificação internacional, cujas áreas tecnológicas são dívidas nas classes A a H, e dentro de cada classe há subclasses, grupos principais e grupos por meio de um sistema hierárquico (INPI, 2022). O CPC como o IPC é um código alfanumérico que auxilia na busca de patentes, como se fosse o CEP de um endereço físico demonstrando qual a área tecnológica.

Tabela 1 - Classificação Internacional de Patentes (CPC)

Seção A	Necessidades Humanas
Seção B	Operações de Processamento; Transporte
Seção C	Química e Metalurgia
Seção D	Têxteis e Papel
Seção E	Construções Fixas
Seção F	Eng. Mecânica; Iluminação; Aquecimento; Armas; Explosão
Seção G	Física
Seção H	Eletricidade

Fonte: INPI, 2015.

Figura 3 - Símbolo completo da classificação



Fonte: INPI, 2015.

A partir da produção dos examinadores e do banco de patentes da EPO com base nos códigos do CPC, é possível inferir as invenções que seriam indústria 4.0, bem como o(s) subgrupo(s) a que essas invenções deveriam ser atribuídas. Assim, gerou-se uma tabela com cerca de 320 códigos em todas as áreas e todos os setores de aplicação (CNI, 2021; EPO, 2017).

Tabela 2 - Faixas dos códigos das Invenções ligadas à indústria 4.0

Códigos CPC	Campos de atuação
A61M2016/0015	Personal, Hardware
A61H31/005	Personal
A61B34/32	Personal, Enterprise, Manufacture, Analytics, User interfaces, 3D systems, Position determination, Hardware, Software, Connectivity
A61B5/7264	Personal, Enterprise, Analytics, Artificial intelligence, Hardware
A61B5/7465	Personal, Enterprise, Connectivity
A63B71/06	Personal, Analytics
A63B24/00	Personal, Analytics, User interfaces, Software
A61B8/4472	Personal, Analytics, Power supply, Connectivity
A61B8/56	Personal, Analytics, Power supply, Connectivity
A61N2005/1041	Personal, Analytics, Power supply, Connectivity
F01N9/00	Manufacture, Analytics
F01D21/003	Manufacture, Analytics, Security
F01B25/00	Manufacture, Analytics, Hardware
F01C20/00	Manufacture, Analytics, Hardware
F01N11/00	Manufacture, Analytics, Hardware
F02D1/00	Manufacture, Analytics, Hardware
F02K9/00	Manufacture, Analytics, Hardware
F02N11/08	Manufacture, Analytics, Hardware
F02P5/00	Manufacture, Analytics, Hardware
F03B15/00	Manufacture, Analytics, Hardware
H04L63/308	Security, Connectivity

H04L9/38	Security, Connectivity
H04W12/12	Security, Connectivity
H03K19/00338	Hardware
H03K19/17796	Hardware
H04R31/006	Hardware
H04S7/40	Hardware
H04L67/42	Software, Connectivity
H04B7/2696	Connectivity
H04L61/6095	Connectivity
H04L69/40	Connectivity
H04M13/00	Connectivity
H04W72/10	Connectivity
H04W84/22	Connectivity

Fonte: SANTOS, 2023

Distinguiu-se as tecnologias relacionadas à indústria 4.0 em três grandes grupos: a) tecnologias centrais, b) tecnologias habilitadoras e c) setores de aplicação. Cada grupo principal é subdividido em vários subgrupos e, no caso das tecnologias centrais, são classificadas em três subgrupos tecnológicos: *hardware*, *software* e conectividade. As tecnologias habilitadoras compreendem sete subgrupos de tecnologias: análise de dados, interface do usuário, tecnologias 3D, inteligência artificial, sistemas de localização, sistemas de energia e sistemas de segurança. Por fim, as tecnologias de aplicação são classificadas em seis subgrupos de tecnologia: artigos pessoais, residencial, automóveis, empresas não industriais, indústria e cidades.

A) Tecnologias Centrais: correspondem à estrutura para a construção das tecnologias I4.0 que são construídas. Por exemplo, permitem transformar um produto em um dispositivo inteligente ligado à internet. As tecnologias centrais consistem em invenções que contribuem para três campos das Tecnologias da Informação e Comunicação.

Tabela 3 - Tecnologias centrais

Campo	Definição	Exemplo
Hardware	Tecnologias básicas de hardware	Sensores, memórias avançadas, processadores, telas adaptáveis
Software	Tecnologias básicas de software	Armazenamento em nuvem e estruturas computacionais, banco de dados adaptativos, sistemas operacionais móveis, virtualização

Conectividade (<i>Connectivity</i>)	Sistemas básicos de conectividade	Protocolo de rede para dispositivos conectados, sistemas de dados sem fio
--	-----------------------------------	---

Fonte: CNI; EPO (2020; 2017)

B) Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0: são tecnologias construídas sobre e complementares às tecnologias centrais e podem ser usadas para várias aplicações. As tecnologias habilitadoras foram subdivididas em sete campos de tecnologia.

Tabela 4 - Tecnologias Habilitadoras

Campo	Definição	Exemplo
Análise de Dados (<i>Analytics</i>)	Permitem a interpretação de informações	Sistema de diagnóstico para grandes quantidades de dados
Interface com o usuário (<i>User Interfaces</i>)	Tecnologias que possibilitam a apresentação e inserção de informações	Realidade virtual, visores de informação em óculos
Tecnologias 3D (<i>3D Systems</i>)	Tecnologias que possibilitam a realização de sistemas 3D ou simulados	Impressoras 3D e scanners para fabricação de partes, design 3D e simulações automatizadas
Inteligência Artificial (<i>Artificial Intelligence</i>)	Sistemas que possibilitam tomadas de decisões autônomas por máquinas e equipamentos	Aprendizado de máquinas, redes neurais
Sistema de Localização (<i>Position Determination</i>)	Tecnologias que possibilitam a determinação da posição de objetos	Sistemas de GPS avançados, posicionamento relativo e absoluto de dispositivos a dispositivo
Sistema de Energia (<i>Power Supply</i>)	Tecnologias que possibilitam a administração inteligente de energia	Sistemas de carregamento situacionais, transmissão de energia compartilhada

Sistema de Segurança (<i>Security</i>)	Tecnologias que possibilitam a segurança de dados ou objetos físicos	Sistemas de segurança adaptáveis, sistemas à prova de inteligência
---	--	--

Fonte: CNI; EPO (2020; 2017)

C) Setores de aplicação: abrangem tecnologias da indústria 4.0 destinadas aos usuários finais e para várias partes da economia. Foram divididos em seis campos de tecnologia diferentes.

Tabela 5 - Tecnologia de aplicação		
Campo	Definição	Exemplo
Artigos pessoais (<i>Personal</i>)	Aplicações destinadas ao indivíduo	Dispositivos de monitoramento da saúde pessoal, dispositivos de entretenimento, <i>smart wearables</i>
Residencial (<i>Home</i>)	Aplicações destinadas para o ambiente residencial	Casas inteligentes, sistemas de alarme, iluminação e aquecimento inteligentes
Automóveis (<i>Vehicles</i>)	Aplicações para veículos	Direção autônoma, aparatos de navegação de frotas de veículos
Empresas não industriais (<i>Enterprise</i>)	Aplicações para empresas e negócios	Sistemas inteligentes de varejo, sistemas autônomos para escritórios inteligentes
Indústria (<i>Manufacture</i>)	Aplicações nas indústrias	Fábricas inteligentes, robótica inteligente, sistemas de integração de máquina à máquina
Cidades (<i>Infrastructure</i>)	Aplicações para infraestrutura das cidades	Redes inteligentes de transporte, redes inteligentes de distribuição de energia sistemas inteligentes de iluminação

Fonte: CNI; EPO (2020; 2017)

A tabela com os 320 códigos da EPO serviu como ponto de partida para analisar os dados de pedidos de patentes armazenados pelo INPI, responsável pelo registro e concessão de patentes, marcas, desenho industrial, transferência de tecnologia etc.

De acordo com a classificação da EPO (2017), uma patente da quarta revolução industrial pode pertencer a mais de um campo, por exemplo, ser uma patente classificada como artigos pessoais, interface do usuário, *hardware*, *software* e conectividade. Ou seja, representando uma tecnologia central, tecnologia habilitadora e tecnologia de aplicação. A tabela com os 320 códigos da EPO serviu como ponto de partida para analisar os dados de pedidos de patentes armazenados pelo INPI, responsável pelo registro e concessão de patentes, marcas, desenho industrial, transferência de tecnologia etc. Com base nos dados do INPI, foram coletados os registros de propriedade intelectual no município de Campinas no período de 1997 a 2020. A escolha desse recorte temporal deve-se à disponibilidade dos dados no INPI para esses anos.

Os depósitos de patentes de invenção (PI), em Campinas, nos anos 1997 a 2020, mostram a predominância da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), a responsável pela maior parcela dos depósitos de PI, com total de 1.134. Ela é seguida pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD), que gerou um depósito de 289 patentes. Em seguida, temos as empresas multinacionais Bosch e Samsung, com 162 e 71 depósitos, respectivamente. **O que se nota é a importância das instituições de natureza pública para a produção de conhecimento tecnológico**, com as multinacionais, em seguida, que tendem a ter um extenso portfólio de patentes. Apresento, a seguir, no quadro 5, exemplos de códigos do CPC, juntamente com a descrição da função e/ou com a aplicação/finalidade da patente³.

Quadro 5 - Classificação dos pedidos de patentes associados à indústria 4.0

Instituição depositante	Códigos da Patente depositada pela instituição	Códigos relacionados à I4.0 e sua aplicação
Centro de Pesquisas Avançadas Wernher Von Braun	G08B13/02; B60R25/102; B625/20	B62H5/20 - Veículos
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer	A61H3/061; A61H3/06; G08B 3/1016; H04W 4/02; H04H 20/53	A61H 3/061 - Artigos Pessoais e Determinação de Posição

³ Os resultados aqui apresentados são parciais como forma de exemplo visto que no capítulo 5 que os dados estarão presentes de forma completa.

Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações	H04W72/04; H04W72/0453	H04W72/04 - Conectividades
Robert Bosch	B67D 7/30; B60S5/02	B60S5/02 - Veículos e Infraestrutura
Samsung	A61B 8/00; A61B8/565	A61B8/565 - Artigos Pessoais, Análise de dados, Energia e Conectividade
Universidade Estadual de Campinas	G06F11/30	G06F11/30 - Análise de dados e Hardware

Fonte: INPI e EPO; 2017

Os códigos da última coluna são correspondentes ao grupo e subgrupo relacionados à indústria 4.0. Por exemplo, G06F11/30 faz parte do monitoramento de erros em armazenamento da informação, baseado no movimento relativo entre o suporte de dados, especificamente, monitoração para registro ou avaliação estatística de atividade do computador, como do tempo de desligamento, de operações de entrada/saída (IPC/WIPO, s.d.). Dessa forma, participa do grupo de tecnologias centrais, que é o de *hardware*, a base para praticamente todas as tecnologias habilitadoras da indústria 4.0, que podem contar com sensores e atuadores que possibilitam inúmeras aplicações no processo industrial, e está no subgrupo de tecnologias relacionadas à análise de dados, atribuído a interpretação das informações, ferramenta essencial para soluções da indústria 4.0 de aquisição, tratamento e análise de dados. Nota-se, pelo quadro 9, que as tecnologias relacionadas à indústria 4.0 são transversais com uma invenção, podendo servir a diversos segmentos tecnológicos e atividades econômicas, por exemplo, um sensor é capaz de ser empregado na indústria têxtil ou na indústria química (CNI, 2017).

Apesar de haver uma literatura crescente sobre a temática de tecnologias que fazem parte da I4.0, os trabalhos encontram-se com base em estudos econométricos. A escassez de estudos geográficos fez com que eu procurasse um ponto de partida de aspecto metodológico para produzir e fornecer informações capazes de identificar e classificar tecnologias por meio de informações de patentes.

Observa-se o peso das instituições de ensino e pesquisa entre os líderes em patenteamentos. Na previsão que se percebe a relevância das instituições públicas de pesquisa para a produção de conhecimento, mas não noto um vigor entre as empresas, principalmente as nacionais, na produção de conhecimentos patenteáveis (PÓVOA, 2006). As empresas nacionais são requisitadas apenas para o suprimento de componentes mais simples, com baixa incorporação de avanços tecnológicos. Também percebo a baixa relevância das multinacionais nas empresas instaladas em Campinas autodenominadas de alta tecnologia, o que é algo

questionável, pois são apenas montadoras de equipamentos com componentes eletrônicos de alta tecnologia (SANTOS, 2003).

Por fim, a metodologia das entrevistas (Anexo A, B e C) foi realizada com atores chave, como Parque Científico e Tecnológico da Unicamp, Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD) em Campinas/SP. As perguntas foram cuidadosamente elaboradas para explorar como o parque científico e tecnológico da Unicamp, CTI e o CPQD contribuem para o desenvolvimento da Indústria 4.0 e para investigar seu papel no cenário local, nacional e internacional. A entrevista foi estruturada em blocos temáticos para organizar, de maneira clara e objetiva, as diferentes áreas de investigação e garantir uma cobertura abrangente dos tópicos de interesse. Esses blocos foram organizados da seguinte forma: **1) perfil do entrevistado:** Esse bloco inicial teve o objetivo de coletar informações sobre o entrevistado, como seu nome, cargo, histórico profissional e tempo de atuação na instituição. Essas informações são essenciais para contextualizar as respostas subsequentes e entender a perspectiva a partir da qual o entrevistado fala. **2) atuação dos centros:** Nesse bloco, as perguntas servem para entender o papel das instituições no desenvolvimento científico e tecnológico, bem como na inovação em diversas áreas. **3) indústria 4.0:** As perguntas investigam como o centro está acompanhando as tendências globais, desenvolvendo novas tecnologias. Também é discutido o papel das instituições no fortalecimento de setores industriais locais e na capacitação de profissionais para atuar na economia 4.0. **4) Desafios:** O último bloco aborda os desafios enfrentados, tanto em termos de responder as crises recentes, como a pandemia de Covid-19, quanto em lidar com os desafios contínuos de promover o desenvolvimento tecnológico no Brasil. As questões levantam reflexões sobre o futuro das instituições e as necessidades tecnológicas do país para superar o colonialismo tecnológico e se reposicionar na Divisão Internacional do Trabalho.



2. OS CONCEITOS GEOGRÁFICOS FUNDAMENTAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

2.1.Território, Técnica e Redes na Construção da Indústria 4.0

A industrialização moderna se materializa na região e na cidade. Dessa forma, o conceito do território é aqui utilizado a partir da relação do sujeito-objeto, ou seja, trato da relação em que o sujeito (pesquisador) insere seu objeto de pesquisa na perspectiva territorial. Reconheço que existem várias abordagens e concepções de território, contudo, nesta pesquisa, a intenção é apenas apresentar pontos teóricos que contribuam na compreensão da relação entre indústria e território, ou seja, apresento uma opção de uso do conceito de território que mais se aproxima da Geografia econômica e da Geografia das indústrias.

Méndez (1998, p. 32) afirma que os interesses dos geógrafos precisam estar na dinâmica das inter-relações indústria-espço, dado o crescente estudo dos processos que definem a reestruturação do sistema produtivo e suas evidentes consequências na reorganização do espaço industrial. Vale ressaltar que o território é um conceito mutável, isto é, certas funções que costumavam ser consideradas essenciais para o conceito de território perderam muito do seu significado, que acaba sendo norteado por novos princípios (GOTTMANN, 1973).

Segundo o Dicionário de Geografia Aplicada (2016, p. 493), o uso do termo está vinculado à relação de poder. Dependendo da definição de poder, o conceito de território muda, assim como a sua concepção varia conforme os sujeitos envolvidos. Para as grandes corporações transnacionais, o território tem caráter funcional, que envolve poder e interesses econômico-políticos. Souza (2000, p. 78) esclarece que o território “[...] é fundamentalmente um espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder” o que significa que o território é um campo de forças que tem as relações espacialmente delimitadas, e opera sobre um substrato referencial para argumentar que o território está longe de ser um substrato do espaço social (críticas às ideias de Raffestin).

O território para as indústrias deve ser trabalhado pensando em uma perspectiva temporal. As estratégias buscadas pelas empresas, desde a segunda metade do século XIX, em decorrência da Revolução Industrial, vieram a ter transformações importantes ao longo da história (HAESBAERT e LIMONAD, 2007, p. 50), portanto, o conceito de território esteve em mudança com avanço da tecnologia. Sendo assim, o território vem acompanhado pela ideia de poder e, nesse caso, consideramos o poder das grandes empresas que ultrapassam grandes áreas territoriais, ignorando as fronteiras políticas, tornando-as porosas frente à expansão do capital internacional (SANTOS, 2008).

O sistema territorial constituído pela implantação de nós e a construção de redes pelas práticas espaciais induzida por um sistema de ações e comportamentos estabelece a produção

do território (RAFFESTIN, 1980, p. 150). A constituição e coesão do sistema de malhas, de nós e redes no território é exercido pelo poder que as pessoas, instituições e grupos realizam: sem a presença desses agentes, isto é, dos conjuntos de relações sociais, não conseguimos definir o território. As tessituras, nós e as redes são estruturas que mantêm a prática espacial, conforme Saquet (2013, p. 75).

Assim, o estudo da Geografia se dá, também, pelas relações sociais, efetivadas entre os sujeitos e os objetos que contribuem para que as relações sejam concretizadas no território. As indústrias, por exemplo, ao se apropriarem do espaço, têm a capacidade de territorializá-lo, por ser um agente sintagmático que realiza um programa de produção, contribuindo para a produção do território. Isso acontece pela finalidade das organizações que buscam alcançar seus objetivos (RAFFESTIN, 1980).

As grandes corporações produzem espaços econômicos supranacionais em que os territórios nacionais dos países não passam de regiões. Isso está ligado ao que Becker (1983) chama de **multidimensionalidade do poder**: as empresas mantêm relações multidimensionais de poder em diferentes níveis espaciais. O poder multidimensional implica no reconhecimento de diversos agentes sociais com suas estratégias e conflitos presentes em diferentes escalas espaciais, e na necessidade de alterar o conceito de Estado. Pode-se dizer que as grandes corporações criam seus próprios espaços econômicos definindo os limites territoriais (BECKER, 1983, p. 2). Assim, não seria um poder sobre os outros, mas um **poder exercido com os outros**. Os Estados não usufruem do mesmo grau de autonomia política soberana, uma vez que o processo de globalização intensificado pelo neoliberalismo fez com que se encontrem menos capazes ou desejosos de proteger os interesses regionais e locais dentro de sua jurisdição.

Para Haesbaert e Limonad (2007), a globalização forma uma peça importante na atividade econômica, por implicar a integração entre atividades econômicas dispersas em escala planetária e por ter um crescimento de fluxos e mobilidade. A integração, principalmente econômica, tem caráter seletivo para se inserir nos circuitos da globalização, relativamente restrito para a produção, circulação e consumo. Fica, pois, claro que o território tende a fragmentar-se, podendo ser no aspecto inclusivo da lógica de “fragmentar para melhor globalizar” ou excludente fruto da concentração do capital com processos de desigualdade. No entanto, ao mesmo tempo que amplia e integra o mercado, o processo de inovação continua baseado em regiões ou localidades estratégicas para seu desenvolvimento. Isso revela, também, sua desigualdade (DINIZ e GONÇALVES, 2005).

O que leva a fragmentação para melhor globalizar ou criar processos desiguais e nesse processo, revela-se a valorização, desvalorização e revalorização do território. Segundo Santos e Silveira (2006, p. 301-302), partes do território podem ter aumento de valor, ao mesmo tempo que pode ter desvalorização. Assim, “[...] o território é sensível, nervoso e objeto de numerosas mudanças de conteúdo”. Temos sobre a indústria territórios globais que “[...] tendem a se fragmentar e ao mesmo tempo se re-articular pela presença de diversos tipos de rede que vinculam seus diversos segmentos” (HAESBAERT E LIMONAD, 2007, p. 49). O território terá maior possibilidade de ser entrecruzado com outros territórios, com abrangência na escala local ou extrapolando os limites do Estado-nação, tornando-se complexa teia de múltiplas escalas (HAESBAERT E LIMONAD, 2007, p. 50). A melhor forma de elucidar a definição de territórios globais, que seria a multiplicidade de territórios, é por meio da *glocalização*, em que o global e o local combinados ao mesmo tempo, surgem como um novo processo (HAESBAERT, 2004, p. 347).

Storper (1994, p. 15) aponta que as empresas produtivas-chave que dispõem de maiores conteúdos de especialização, conhecimento ou tecnologia são indústrias territorializadas, fortemente enraizadas nas áreas territoriais centrais, mas ao mesmo tempo estão inseridas em redes de relacionamento com outros centros territorializados e com áreas da empresa desterritorializadas, como os seus sistemas de produção e *marketing*. Em vista disso, tanto a territorialização quanto a desterritorialização estão presentes, dando origem ao sistema de produção de localização globalizada, em outras palavras, sistemas de produção glocalizados. É o que Machado (1993, p. 10) descreve de uma hipótese de avaliar que a “[...] nova geopolítica se esboça, no sentido de colocar o local na rede internacional”. Isso significa o domínio da posse das redes, principalmente a rede de telecomunicações, da qual a informação circula e integra outras redes. A articulação das escalas geográficas tem a capacidade de ter relação direta entre os microespaços e as redes transnacionais.

A concepção mais relevante e teoricamente mais consistente seria de Milton Santos, em que o “uso” econômico é o definidor do território por ser um local que tece uma complexa trama de relações complementares e conflitantes, envolvendo a interação entre o sistema de objetos e o sistema de ações (HAESBAERT, 2004). Santos (1999) considera que as empresas globais no território são um agente que produz desorganização e desagregação por impor interesses próprios. O território continha o dinheiro, ou seja, o território regia o dinheiro. Hoje, o território, para o autor, tornou-se influência do dinheiro, e as regulações internas do território escapam, o que traz para os agentes sentimento de instabilidade devido à globalização perversa.

O território, que era a base/fundamento do Estado-Nação, torna-se uma noção pós-moderna de transnacionalização do território, isto é, a interdependência universal dos lugares é a nova realidade do território. A produção do espaço e o novo funcionamento do território ocorrem, dentre outras formas, por meio da horizontalidade e verticalidade. O primeiro processo será formado de domínios das contiguidades de lugares vizinhos por uma continuidade territorial, enquanto o segundo, a verticalidade, será formado por pontos distantes uns dos outros (SANTOS, 1996, p. 15).

A união vertical traz desordem às regiões; por exemplo, os créditos internacionais que são disponibilizados aos países mais pobres permitem que as redes se estabeleçam ao serviço do grande capital, mas há também os lugares que podem unir-se horizontalmente para reconstruir uma base de vida comum. Nesse aspecto, o território está inserido em um tipo de anomalia chamada de democracia de mercado, e este será o suporte de redes para transportar regras e normas que asseguram a eficácia da união vertical, como é o caso das políticas neoliberais (SANTOS, 1996, p. 19).

Desse modo, as grandes empresas mantêm relações verticais com os lugares. Os pontos nos territórios que as empresas se instalam podem constituir apenas uma base de operação que depois são abandonadas quando deixam de ser vantajosas. Em vista disso, o território é adjetivado como um **território corporativo** pelas grandes empresas, que influenciam o comportamento do poder público, o que permite considerar que estão no comando da vida econômica e social e da dinâmica territorial. Assim, o acontecer hierárquico é resultado de uma racionalização das atividades comandado por uma informação privilegiada que tende a ser concentrada pelas grandes organizações (SANTOS e SILVEIRA, 2006, p. 291; SANTOS, 1998).

Nota-se, assim, as diversas linhas de interpretação do território com diversas possibilidades de entender o mesmo. Haesbaert (2007, p. 66) estabelece que o território se torna mais complexo, múltiplo, e ao mesmo tempo mais híbrido e flexível quando mergulhado nos sistemas de redes, multiescalares, das novas tecnologias da informação. Considera que poder e território são conceitos autônomos, mas vão ser focados juntos para consolidação do território (SPOSITO, 2004).

Nesse ponto, passo do território – a base material – para as técnicas e as redes, contudo, alerto nossos leitores que não consideramos como dispersas ou isoladas dos territórios. Essa separação, nesse momento, ocorre apenas para fins analíticos e interpretativos. Para o filósofo italiano Umberto Galimberti a palavra técnica vai além de máquinas que englobam as

tecnologias. É possível compreender a técnica como um tipo de racionalidade que consiste em alcançar os máximos objetivos com emprego mínimo de meios (IHU ON-LINE, 2014). A partir de 1600, com o fenômeno da ciência moderna por meio do método científico de formular hipóteses sobre a natureza, submeter a experiências e transformar as suposições em leis da natureza, ocorre o momento em que frações da sociedade tornam-se dominadoras do mundo com a chamada revolução tecnocientífica.

A passagem de um conjunto de técnicas para um sistema de técnicas que tome o lugar das anteriores torna a vida das técnicas sistêmicas e sua evolução, também. A industrialização pesada, a partir do século XX, determinou a consolidação do meio técnico-científico-informacional, como conceituou Milton Santos. A união entre técnica e ciência, em especial, e o surgimento da informação como a energia principal para o funcionamento dos novos progressos foi fundamental para os processos sociais e dos territórios na facilitação da circulação de capitais (SANTOS 2008).

Ainda que as novas técnicas não sejam diferentes dos outros temas (redes e território) tratados de difundir de maneira desigual, o desenvolvimento histórico mostra a desigualdade de acumulação de técnicas, visto que há uma tendência de acúmulo de conhecimento e especialização ao longo do tempo. Consequentemente, o valor do espaço será desigual com distribuição de intensidades variáveis. O capital, por condições técnicas que permitem os fluxos financeiros a partir de fixos territoriais, rompe os obstáculos naturais para produção determinando a realização ou não da valorização do espaço segundo o critério de custos e retorno do capital aplicado (MORAES e COSTA, 1984).

A valorização capitalista do espaço é uma relação capital-espaço que apresenta materialidade nos territórios, ou seja, o processo de valorização do espaço nada mais é que a própria valorização do capital, e o espaço é uma condição de existência e produção da sociedade. Por isso, precisa-se de entendimento que as sociedades humanas reproduzem as condições de sua existência e relações vitais com o espaço, quer dizer, a relação sociedade-espaço é, desde logo, uma relação valor-espaço materializada nos territórios. Isso porque em qualquer época ou lugar, a sociedade produz e reproduz sua própria valorização do espaço com apropriação de recursos próprios para produção de obras humanas que representarão a forma valor. A produção do valor está no trabalho assalariado e na propriedade privada, ou seja, é nos territórios que se encontram as bases fundamentais para o processo de valorização do espaço (MORAES e COSTA, 1984).

A técnica constitui um dos elementos de explicação da sociedade e de cada um dos lugares geográficos por ser portadora de respectivo meio de trabalho. Preside à hierarquização entre lugares produtivos, às possibilidades de expansão que diferem para cada lugar. As relações sociais contribuem também para explicar como, em diferentes lugares, o conjunto de técnicas pode atribuir diferentes resultados que extrapolam o processo de produção para um processo político de produção (SANTOS, 1997).

A base técnica da sociedade e do espaço contribui para explicar a valorização do espaço, visto que a técnica está em todos os aspectos da vida humana. As variáveis sincrônicas e assincrônicas são possíveis de explicarem as formas técnicas, pois o espaço nunca é portador de técnicas da mesma idade ou de variáveis sincrônicas, mas sim de um espaço assincrônico, revelador e organizador da sincronia (SANTOS, 1997).

O espaço trata-se de uma condição universal e preexistente do trabalho, ou melhor, um valor de uso. A produção se realizou sobre formas preexistentes nos territórios como um palimpsesto resultado de uma acumulação, na qual revela um conjunto de técnicas em cada momento histórico que permaneceram intactas ou modificadas, enquanto outras desapareceram para promover lugares para novas técnicas (MORAES e COSTA, 1984; SANTOS, 1997). Esse pensamento, corroborando Harvey (2013, p. 315), conduz à percepção de um território usado, compreendido como um sistema de recursos vastos, utilizados para a produção, a troca e o consumo. Surge também que a paisagem se molda nos diferentes modos de produção e nos diferentes estágios do desenvolvimento histórico.

A quantidade de capital fixado, os investimentos para o desenvolvimento dos meios de produção, o progresso técnico com equipamentos produtivos para as condições materiais de produção em geral, resultam na agregação e acumulação crescente de **trabalho morto**⁴. Ações que representam o valor do espaço, por meio daquilo que Harvey (2013) denominou circuito secundário do capital, aquele destinado tanto à própria produção quanto ao consumo. Portanto, a hegemonia das relações capitalistas no espaço aparece na função de produção como parte do valor sob forma de capital constante (MORAES e COSTA, 1984); (COSTA, 2021).

Os investimentos, na atualidade, estão relacionados à esfera financeira e imobiliária. Na produção de residências, como mercadorias ou investimentos de equipamentos de infraestrutura, que correspondem a uma maneira de produção do espaço subordinado aos desígnios de **valorização do valor**, ou seja, vendidos no mercado com finalidade de valorizar

⁴ “[...] Aumentos na produtividade resultantes de novos métodos de produção, nos quais o trabalho morto sob forma de máquinas assume o lugar do trabalho vivo” (BOTTOMORE, 1988, p. 364).

o capital. Tornando-se um conceito do espaço-mercadoria, o que caracteriza o **valor do espaço** que condiciona diretamente o **valor no espaço** pensado para a produção e circulação das mercadorias (COSTA, 2021).

Mas, para produção do espaço valorizado e de um produto de forma de conhecimento agregado, concordamos com aquilo que Raffestin (1980) denomina de Ar, ou seja, do Ator (A) e da técnica mediatizada pelo trabalho (r). O ator precisa ser capaz de mobilizar uma técnica que pode ser muito aperfeiçoada ou muito rudimentar, e essa tecnicidade precisa levar em conta o conjunto de relações que o homem mantém com as matérias. Essa relação tecnicidade e matéria é o apêndice da territorialidade.

A tecnicidade se envolve diretamente na esfera do poder, mas também exprime relações de poder não somente com a matéria. Assim, os recursos naturais, a matéria, pode ser vista como um “trunfo do poder”. Isso tem a ver com a produção dos recursos que podem apresentar uma dominação de uma porção do quadro espaço-temporal. Raffestin (1980) expõe que o recurso não é propriamente instrumental, é também político, e toda relação com a matéria é uma relação de poder que envolve o campo político por intermédio do modo de produção.

A política depende da economia, pois esta decide se os investimentos estão conforme as disponibilidades e os recursos técnicos. O aumento de conflitos bélicos, por exemplo, tem sido utilizado como argumento para melhorias tecnológicas que dependem de investimentos em pesquisa para a superioridade da técnica, o que envolve a coordenação dos equipamentos para o funcionamento regular e coordenado. A interrupção de um pequeno segmento confere consequências, por exemplo, na atividade do setor industrial (GALIMBERTI, 2015).

A técnica é produzida por agentes sociais, portanto, pode pensar a I4.0 em suas relações com o território, visto que não se deve esquecer das redes para o comprimento da indústria que, a partir do aumento da integração intersetorial e interindustrial de modo intenso, formam um todo que contorna o que conhecemos como economia e sociedade em rede (DINIZ e GONÇALVES, 2005).

A oportunidade para a I4.0 está na expansão das redes, que podem ser entendidas como uma configuração que ultrapassa as fronteiras nacionais, pois acabam sendo as transmissoras do processo de globalização, esse que seria impossível sem a fluidez de informações instantânea a partir de fixos territoriais (SANTOS, 2008). Assim, as grandes empresas atuam na produção e organização do território, e o território atua como suporte para construção das redes, pois as redes favorecem a ação dos atores para o exercício do poder.

Logo, as redes, além de serem técnicas, são também sociais, e sua produção e implantação vinculam-se às questões econômicas, sociais e políticas no centro do capitalismo. É justamente por esse meio que se organizam e estruturam os espaços de acordo com seus interesses, ou seja, as redes são instrumentos no espaço geográfico a serviço de determinados interesses, especificamente os grupos dominantes, resultante das manifestações das coações técnicas, econômicas, políticas e sociais (SANTOS, 2008).

Portanto, técnica, redes e territórios se apresentam como inseparáveis, uma vez que as redes só podem existir à medida que se instalam em determinado território (COSTA e UEDA, 2007). Com base nessas, o conceito de poder torna-se, também, inseparável dos outros, uma vez que o poder dispõe das redes globais e dos territórios para exercer a sua influência, dado que o poder se torna um meio coercitivo que se encontra à disposição dos atores que produzem e controlam o exercício de seu comando.

As definições e conceituações nas quais se enquadra a rede estão em duas grandes matrizes, segundo Santos (2008): considerada a realidade material apropriada por toda infraestrutura que proporciona o transporte da matéria, energia e informação inscrita sobre um território que conta com a topologia dos pontos de acesso ou terminais, arcos de transmissão, nós de bifurcação ou de comunicação. A segunda rede seria social e política, produzida pelas pessoas, mensagens e valores que a frequentam. O que nos interessa é o terceiro momento na produção e na vida das redes, aquele concebido com o período técnico-científico-informacional. Os avanços tecnológicos nas áreas de informática e telecomunicações constituem uma base para as novas redes informacionais que são apropriadas por grandes indústrias a partir da lógica do capital e seu poder de seletividade socioespacial (CORREA, 2005).

A globalização, expressa em suas redes que permitem o funcionamento do sistema-mundo, permite que os espaços sejam habitados e funcionalizados por redes interligadas (SANTOS, 2009). Elas também se distribuem de forma desigual, com áreas que escapam do desenho reticular representando baixa intensidade (SANTOS, 2008). Destaca-se que o espaço globalizado não é o todo, apenas alguns lugares são mundiais, visto que a globalidade é desigual por procurarem os lugares mais rentáveis e seguros para o capital, produzindo assim territórios heterogêneos (SANTOS, 2009). O território pode ser formado de lugares contíguos e de lugares em redes, ou seja, os lugares e pontos contêm simultaneamente funcionalidades diferentes. A simultaneidade torna-se possível pela relevância e papel da ciência, da tecnologia e da informação (SANTOS, 1998). Logo, tem-se a ideia de um território multifacetado, de uma sobreposição num único espaço, de territórios funcionando segundo diferentes matrizes e em

diferentes níveis, e mais ou menos interconectado. Territórios bem servidos de todo o tipo de redes, e outros pouco, ou até mesmo desconectados para interesses dos operadores das redes (OFFNER, 1993).

O espaço-tempo não corresponde mais ao espaço euclidiano, mas sim ao espaço relativo, ou seja, a conectividade se impõe igual ou, talvez, mais importante para a estruturação de territórios. Portanto, à medida que nos permite avaliar a proximidade de dois lugares, não é mais a distância geográfica que constitui o espaço de Newton e Descartes, mas as características das redes que os conectam, associado principalmente ao nome de Einstein e às geometrias não-euclidianas marcadas pela circulação e fluxo de mercadorias, informações, capitais (OFFNER, 1993; HARVEY, 2006.) Com o desenvolvimento da I4.0, surgem demandas para novas redes técnicas, que sustentam a história de novas inovações, no caso, a tecnologia 5G, que permite a diversidade da fluidez de elementos que constituem os territórios.

Como as mercadorias estão estritamente associadas à intensa circulação, vai ultrapassar a inércia da distância absoluta, visto que a intensidade se dá pela velocidade dos fluxos e a escala de produção, que relativiza, de forma absoluta, a distância. Uma transformação na relação espaço-tempo como forma de produtividade do capital, sujeita o espaço ao seu domínio, relativizando as distâncias. O avanço da indústria 4.0 pode proporcionar o aumento da escala no sentido de encurtamento das distâncias do espaço que afeta diretamente a produção e a circulação. O processo de compressão espaço-tempo, com a globalização da economia dos fluxos de trocas, constitui uma forma avançada do processo de valorização do espaço. (MORAES e COSTA, p. 138-167, 1984).

A adoção das tecnologias digitais significa que a indústria não necessariamente precisa ser ligada com o local e ao tempo físico, pode também ser realizada de forma assíncrona e virtual. Embora isso tenha se tornado mais comum durante a pandemia de Covid-19, os processos de produção e fabricação também estão sujeitos a essas mudanças, evidentes na I4.0 que se baseia na criação de redes e na interligação de tecnologias existentes, utilizando principalmente as tecnologias de informação e comunicação para a digitalização e integração. As TIC estão identificadas como a base para a I4.0 pela capacidade de digitalização, permitindo a organização em rede das empresas que fornecem nós de conectividade e canais de fluxo de conhecimento para uma ampla gama de atores (BAKER, GASPARD e ZHU, 2021).

O 5G, por exemplo, é profetizado como capaz de envolver o mundo em redes de alta velocidade e interconectadas. Apoiado por um sistema globalizado em redes de objetos físicos e virtuais que recebem, geram e compartilham informações, progredindo cada vez mais para

integração total. A IoT é outra expressão que sustenta e alimenta novas mudanças tecnológicas para tipos de dispositivos conectados para inúmeras aplicações, por exemplo, como o polêmico caso das cidades inteligentes, que servidas de iluminação pública por um dispositivo, conseguem coletar, controlar e fazer gestão de dados, bem como de redes de semáforos sensoriais para ajudar na mobilidade urbana nas cidades (TRAUTH-GOIK, 2020), assim como a IA, que pode envolver um agrupamento de várias tecnologias por atuar por meio de redes, chamado de redes neurais artificiais, algoritmos, sistema de aprendizagem etc., inspirados no funcionamento do cérebro humano (SANTOS, 2022). Diversas tecnologias da I4.0 formam redes que são base para interconexão de dispositivos e máquinas, permitindo a colaboração e a troca de informações em tempo real.

No entanto, as redes põem em movimento consequências que abarcam a seletividade socioespacial, visto que as novas tecnologias – e aqui se enquadram as redes técnicas – exercem influência sobre o território, mas territórios que tenham atividades econômicas preexistentes para o desenvolvimento das novas tecnologias. Como afirma Santos (2003, p. 205), “[...] o espaço de hoje é um espaço de múltiplas velocidades, o que é inédito com a superposição de redes, criando continuidades e descontinuidades”. As redes informacionais, com a variedade de tecnologias livres de restrições de tempo e espaço, contribuem também para a possibilidade de sistemas de vigilância por parte de governos e entidades corporativas, sustentados pela conectividade com a internet no controle de todos os espaços e fluxos.

Desses escritos sobre território, técnicas e redes, avança em uma concepção dialética para o movimento oposto, ou seja, analiso aqui o território produzido a partir das inovações tecnológicas constituídas em redes técnicas, portanto, **território da inovação**, conforme exposto por Tunes (2015). A partir da Segunda Guerra Mundial, sobretudo a partir da década de 1970, ciência e tecnologia trouxeram novos significados para o território, proporcionados pela revolução científico-tecnológica que transformou a forma de produção por meio da informação e conhecimento, ocasionando mudanças na organização social e política. O mercado unificado pelas redes transnacionais de circulação e comunicação originou espaços de fluxos financeiros e informacionais que superam os Estados e fronteiras (BECKER, 2000, p. 287).

Com a sociedade atual marcada pela aprendizagem e conhecimento, os territórios têm assumido novos desafios e competências. Portanto, levo em consideração as novas tecnologias de informação e comunicação que se tornaram significativas na centralidade dos fatores intangíveis no desenvolvimento de vantagens competitivas e na qualificação do território, como

conhecimento, criatividade, interatividade etc. (FERNANDES E GAMA, 2014, p. 11). Assim, o tema inovação manifesta-se pela velocidade das mutações que ocorrem na ciência, na técnica e na informação que tem assolado os territórios por meio das redes técnicas materiais e imateriais.

Para Oliveira (2014), os novos territórios estão materializados por aglomerações de parques industriais e tecnológicos que fazem parte atores sinérgicos, como o poder público, empresas e universidades. Desses, considero que os atores empresariais contribuem para formar um território que disponha de comunicação e circulação de informações, conhecimento, pessoas e mercadorias criando um **território inovador**. Neste caso, a territorialidade se dá pelas formas de apropriação/organização do espaço por essas empresas que, no dia a dia, promovem uma cooperação de conhecimento tácitos por redes, articulações e interações transescalares das empresas que favorecem a industrialização para a produção do território inovador (SAQUET, 2013, p. 93).

A territorialidade, para Souza (2000, p. 99), tratada dentro do singular, seria algo abstrato que faz de qualquer território um território, ou seja, são as relações de poder espacialmente delimitadas que operam sobre um substrato referencial. As territorialidades, no plural, podem ser classificadas conforme suas propriedades dinâmicas: territórios contínuos e descontínuos singulares (SOUZA, 2000).

Entende-se que o território descontínuo é uma rede que conecta dois ou mais territórios contínuos, o que mostra que está longe de o território ser apenas uma entidade do Estado. O que existe é a superposição de diversos territórios, com formas e limites variados, bem como contradições entre as territorialidades inseridas no território por atritos e contradições entre os poderes dos atores (SOUZA, 2000).

Seria o que Haesbaert (2004, p. 343-344) propõe como multiterritorialização: a capacidade de acessar ou conectar diversos territórios por meio de uma mobilidade concreta no sentido de deslocamento físico, uma maneira virtual de perpassar diferentes territorialidades por meio do ciberespaço. A multiterritorialidade tem complexa rede com conotações rizomáticas e condições de se realizarem em locais que possuem maior diversidade territorial, como é o caso das metrópoles, que têm maior disponibilidade e acessibilidade devido às redes-conexões, que proporcionam maior abertura para a multiterritorialidade.

Sobre as novas tecnologias, há duas formas de multiterritorialidade: a primeira seria aquela proporcionada pela facilidade e cada vez maior velocidade dos meios de transporte, permitindo acesso a “múltiplos territórios”; a segunda seria posta pelo caráter imaterial por

meio da comunicação instantânea, em que conseguimos contatar outros territórios sem a mobilidade física (HAESBAERT, 2004, p. 345).

A introdução das novas tecnologias coloca a velocidade como elemento chave, capaz de alterar o complexo técnico-produtivo, civil e militar e, também, as relações sociais e de poder. O domínio do território, segundo Becker (1995, p. 48), passa a decorrer da posse das redes de circulação e comunicação. Não envolve apenas o controle do espaço, precisa-se considerar também o controle do tempo, configurando o que a autora chama de cronopolítica. Essa, por meio das redes de circulação, estabelece relação direta entre as empresas e o local com o espaço transnacional. As vantagens econômicas e o poder do território vão derivar em grande parte da velocidade com que se passa a produção e a sua posição nas redes. O território pode ser decisivo para facilitar a competitividade que a fluidez territorial estabelece para reduzir o tempo e os custos do capital. Fica, pois, evidente que para a concretização da atividade produtiva é indispensável a circulação, na forma de fluxos, de bens materiais e de informação (FINATII, 2009, p. 18).

No que diz respeito à inovação e ao território, esses compreendem-se como elementos importantes para a constituição de redes de inovação que, conforme Tunes (2016, p. 9), são relações de cooperação e concorrência que geram sinergias entre empresas, instituições locais, de pesquisa, financeiras, pública, serviços etc. para o processo de inovação. A rede territorializada criada por meio território envolve tanto redes locais como redes distantes.

No entanto, a territorialização das redes de inovação manifesta seletividade socioespacial, força de trabalho qualificada, conhecimento tácito e codificado e tecnologia que estarão distribuídas de forma isolada. Isso porque tem aspecto dos recursos que aparecerão concentrados em poucos territórios, que detém a possibilidade de desenvolver o processo de inovação que, quase sempre, está nas grandes aglomerações como as metrópoles. As tecnologias podem criar territórios desiguais, por exemplo, territórios da inovação (ou territórios inovadores) que reforçam ou mantêm de forma acentuada o desenvolvimento geográfico desigual (TUNES, 2016). Suzigan, Cerrón e Diegues (2005, p. 88) destacam que os saberes se encontram restritos a pessoas que dominam a tecnologia ainda não padronizada, quer dizer que esses novos conhecimentos possuem um caráter estritamente tácito.

O conhecimento tácito é primordial desde as primeiras fases do processo até a incorporação da inovação. A tecnologia, quando não está totalmente difundida, cria barreiras para padronização das informações necessárias no desenvolvimento do processo inovativo, neste ponto, o conhecimento precisa ter uma disseminação consolidada para formação da

tecnologia (SUZIGAN, CERRÓN e DIEGUES, 2055, p. 87). O conhecimento tácito será chave determinante para a atividade inovadora, visto que a articulação ou codificação são difíceis de serem trocadas a longas distâncias, por estarem fortemente marcadas no local devido ao contexto social e institucional que é produzido. O conhecimento tem maior interação face a face entre os atores, e a inovação precisa estar cada vez mais baseada nas intenções e fluxos de conhecimento entre entidades econômicas como empresas, organizações de pesquisa e órgãos públicos (GERTLES e ASHEIM, 2006, p. 3).

Tunes (2015, p. 427) caracteriza que a territorialização da produção inovadora parte da perspectiva que o território é essencial para a realização da atividade econômica, visto que os recursos existentes no território são fundamentais para que o processo de inovação tenha condições e possibilidades de desenvolvimento. A autora citada assume que a macrometrópole paulista é a porção do espaço em que a atividade inovadora se territorializa, em concordância com os autores trabalhados por ela, como Mario Vale e Michael Storper. Considera, assim, que a territorialização da inovação é justificada pela relevância do conhecimento localizado de tipo tácito, dependente de contextos socioterritoriais. A territorialização é efetivada quando seu segmento econômico depende da localização, ainda mais se os recursos existem em locais específicos. No caso do Brasil, os recursos de conhecimento estão fortemente concentrados em poucas regiões (TUNES, 2015, p. 426).

A seletividade territorial da região vem da presença do Estado e do capital inovador, que geram territórios propícios para a inovação. É nos territórios que se criam, ao mesmo tempo em que ocorre a dominação e apropriação dos recursos de conhecimento e da infraestrutura para gerar uma região com efetivação dos processos de aprendizagem (TUNES, 2015). A inovação tecnológica representada pelas redes transnacionais, com a participação da globalização, propicia uma diferenciação espacial a partir de sua difusão sobre a estrutura de um dado território, e assim, a valorização seletiva de território. Isso quer dizer que a globalização não procura homogeneizar, mas dirige-se à dimensão política do espaço pela valorização da diferenciação (BECKER, 2000, p. 287).

Logo, as inovações tecnológicas apresentam implicações territoriais e sociais que se reproduzem no sistema produtivo, bem como sobre o desenvolvimento dos países e regiões, visto que se constituem como altamente seletivas, com propensão a concentrar-se em certos ramos de atividade e/ou em áreas territoriais. A aceleração da inovação técnica atua como um conjunto de dispositivos impulsionadores das organizações territoriais por estar presente no cotidiano das sociedades, especificamente, das empresas apoiadas pelas mudanças nos

processos produtivos e nos modelos de produtos que inserem o progresso tecnológico (SILVA e EGLER, 2004).



3. DESVENDANDO A INDÚSTRIA 4.0

A técnica nos auxilia a entender o significado de tecnologia, que implica na sistematização dos conhecimentos e técnicas para que a indústria alcance sua produção. A tecnologia envolve o saber científico e social da produção, necessitando tanto de mão de obra e equipamentos quanto da informação necessária para a fabricação de um novo produto ou serviço. Conforme Vieira Pinto (2005), a ciência ou teoria da técnica envolve um conjunto de conhecimentos aplicados pelo homem para atingir determinados fins. Ele apresenta dois tipos de tecnologia: de base e de ponta. Ambas são conjuntas de métodos industriais e inovações tecnológicas que permitem maior rendimento e produtividade. A diferença é que a primeira se baseia na indústria de base que, por exemplo, extrai minérios e os transforma em matéria-prima para outros setores industriais. Já a indústria de ponta é responsável pela elaboração dos produtos, como turbinas de aviões, aparelhos eletrônicos, computadores, entre outros. Vale destacar que, apesar de **a inovação ser importante para a indústria 4.0, ela ocorre desde o uso da pedra como instrumento de trabalho na pré-história, bem como o emprego de diversos metais durante a Antiguidade**. Nem sempre o emprego de novas máquinas, ferramentas e métodos de organização e racionalização representam vantagens para o processo produtivo.

A ciência comprometida com o projeto técnico de reprodução do capital nasce entendida como parte das forças produtivas do capitalismo, que caminha rapidamente para ser subserviência ao projeto técnico na construção de uma grande revolução tecnológica que chamamos de revolução industrial (RABELLO, MENDES e NARDEZ, 2022). Conhecido como meio-técnico-científico onde os objetos são elaborados a partir da ciência, pode dizer que a tecnociência é o processo criativo das novas tecnologias da I4.0 situando como base material e ideológica do discurso e a prática da globalização (SANTOS, p. 177, 2008).

Dessa forma, as sociedades capitalistas tendem a passar por uma série de revoluções industriais em que o processo de inovação é caracterizado por uma sequência temporal de saltos discretos que levam à introdução de tecnologias novas e disruptivas, as quais abrem caminho para uma reorganização do sistema econômico (LAFFI e BOSCHMA, 2021). O fato é que toda revolução industrial gira em torno do aumento da produtividade e do processo evolutivo das técnicas, as três revoluções anteriores resultaram em transformações nos padrões de fabricação: mecanização via água e energia a vapor, produção em linhas de montagem e automação por computador e tecnologia da informação (ABDELMAJIED, 2022; SANTOS, 2008).

O surgimento e fusão de tecnologias de ponta com descobertas científicas radicais está no cerne do que chamam de quarta revolução industrial, que possui maior capacidade e eficácia

em termos de realização da produção. As tecnologias de ponta estão mudando a forma como fazemos negócio, como inovamos e criamos. A inteligência artificial, *big data*, bioimpressão, computação quântica, *IoT*, impressão 3D, *blockchain*, 5G etc. são conhecidas como *frontier technologies*.

O conjunto teórico disponível na explicação dessa nova onda – quarta revolução industrial – ainda está sendo elaborado, trata-se de um campo ainda em construção. Assim, devemos ser céticos sobre afirmações de que inevitavelmente estamos próximo a uma revolução. Balland e Boschma (2021) indicam que não existe um consenso sobre o que significa a indústria 4.0, desse modo, uma classificação ou definição ainda não foi amplamente aceita.

No entanto, autores como Diegues e Roselino (2019); Martinelli, Mina e Moggi (2021) defendem que estamos apenas passando por uma fase de maturidade das tecnologias de informação e comunicação (TICs) que se desdobrou do paradigma tecnológico 3.0, ou seja, no momento, passa por uma etapa de aprimoramento, sem saltos discretos significativos. **Mas não podemos esquecer que, de fundo, a adoção da indústria 4.0 é resultante de tecnologias que são operacionalizadas pelas TICs, que estão no centro de todas as grandes mudanças.**

Para Xu, Xu e Li (2018) a quarta revolução industrial está realmente emergindo do atual processo em curso da terceira revolução industrial, uma vez que é um processo de integração industrial que novas TICs são capazes de integrar, processos de produção industrial novos e clássicos. Schwab (2017) acredita no impacto da quarta revolução industrial com mudança inexorável da digitalização simples caracterizado pela terceira revolução industrial para um modo mais complexo de inovação, com base na combinação de várias tecnologias em novas formas. Portanto, seguirá uma abordagem de incremento a partir das tecnologias existentes. Ao mesmo tempo, os autores afirmam que o mundo caminha para uma nova revolução industrial fundada no desenvolvimento e na combinação de novas tecnologias difundidas num conjunto amplo de áreas. Embora a terceira revolução industrial tenha focado na automação de máquinas e processos, a I4.0 foca mais na **digitalização** de ponta a ponta e na **integração** de ecossistemas industriais digitais buscando **soluções integradas** (XU, XU e LI, 2018).

Assim, o surgimento da I4.0 está no discurso imperativo que as empresas precisam inovar, pois nesse mundo de progresso tecnológico desenfreado, necessita-se que permaneçam competitivas para acompanhar as mudanças exponenciais na busca da tecnociência. Nesse contexto, Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) formam a base infraestrutural para as tecnologias industriais inovadoras, e cogitam-se previsões que o desenvolvimento e os avanços tecnológicos na I4.0 fornecerá uma gama viável de soluções para as crescentes

necessidades de informatização nas indústrias de manufaturas, com empresas explorando os benefícios da digitalização nas cadeias horizontais e verticais das empresas.

Reconheço que as mudanças tecnológicas impactarão distintos e importantes aspectos da sociedade – não apenas a produção industrial, destacando-se as atividades econômicas, incluindo os serviços e a agropecuária – porém com maior potencial para reconfigurar o setor industrial e impulsionar ainda mais a produtividade, alterando os modelos de negócios como agregação de mais-valor ao longo das cadeias produtivas.

Schwab (2016, p. 86) afirma que a nova revolução terá efeitos na fusão dos mundos físico, digital e biológico, o que transcende as limitações entre tempo e espaço. Os avanços tecnológicos envolvem, principalmente, os mundos digital e físico, incorporando agentes humanos e máquinas, materiais, produtos, sistemas de produção e processos (ABDELMAJIED, 2022) com a crescente digitalização, robotização e automação do ambiente fabril, contribuindo para a criação de cadeias de valor digitais que permitem a entrada de fornecedores, clientes e parceiros de negócios. A tecnologia da indústria 4.0 (I4T, sigla em inglês) significa a implantação massiva da IoT, a qual objetos com recursos de computação conectados a uma rede de dados operam de forma autônoma, com base em sua própria coleta de dados ou por meio de troca de dados com outros objetos tornando cruciais em tempo quase real. (BALLAND e BOSCHMA, 2021); (HERVAS-OLIVER et al., 2021).

Na mesma linha, Ciffolilli e Muscio (2018) afirmam que a indústria 4.0 é um termo usado para definir novos produtos, processos e tecnologias usadas na organização das cadeias de valor das empresas. Elas são baseadas em fábricas inteligentes em que sistemas ciberfísicos (ou CPS, na sigla em inglês, *Cyber-Physical Systems*) monitoram processos físicos e comunicam-se uns com os outros e com os humanos em tempo real. No entendimento de Propis e Bailey (2021), as novas tecnologias que equivalerão à quarta revolução industrial podem ser agrupadas em três domínios: 1) **tecnologias verdes e renováveis**; 2) **tecnologias digitais** (TIC, tecnologias móveis, manufatura aditiva, ou impressão 3D, IA, computação em nuvem, análise de *big data*, IoT, robótica avançada, sensoriamento, tecnologia espacial, e drones); e 3) **novos materiais** (biotecnologia, nanotecnologia, neurotecnologias).

Laffi e Boschma (2021) apontam que o paradigma tecnológico 4.0 se constrói sobre o paradigma 3.0 por meio do processo de inovação, assim dizendo, as tecnologias 4.0, em certo grau, são continuidade das tecnologias 3.0. Para os autores, a ampla natureza recombinação da indústria 4.0 introduz descontinuidade no processo de inovação, quer dizer que a aplicação de tecnologias 3.0 avançadas em novos campos determinam soluções técnicas 4.0 originais e

potencialmente disruptivas, que representam saltos no processo de inovação. Sabe-se, então, que a mudança tecnológica está acontecendo de forma disruptiva e descontínua, o que permite questionar, por exemplo: quais recursos, processos e agentes os sistemas industriais podem alavancar com as novas tecnologias? (PROPRIS e BAILEY, 2020). Quais tecnologias 4.0 estão mais próximas do paradigma TIC (continuidade) e quais não estão (descontinuidade), e que medida há descontinuidade ou continuidade ao mudar para um novo paradigma? (LAFFI e BOSCHMA, 2021).

A integração, por exemplo, do mundo físico a redes de informações representa profunda revolução nas indústrias tradicionais, visto que não são apenas as empresas de alta tecnologia que presenciaram os novos modelos de negócios digitais, afetados pela adoção de novas tecnologias. As principais tecnologias envolvidas para indústria 4.0 são aquelas que não foram amplamente afetadas pela indústria 3.0 no passado: Manufatura Aditiva ou Impressão 3D; Inteligência Artificial; Internet das Coisas (IoT, sigla em inglês); Biologia Sintética e Sistemas ciber-físicos. Balland e Boschma (2021) determinam 10 tecnologias da indústria 4.0 (I4T, sigla em inglês): **1) manufatura aditiva; 2) Inteligência artificial (IA); 3) realidade aumentada; 4) robôs autônomos; 5) veículos autônomos; 6) computação em nuvem; 7) segurança cibernética; 8) máquinas-ferramentas; 9) computadores quânticos; e 10) integração do sistema.**

Balland e Boschma (2021) constataram, no mapeamento da I4.0, que as tecnologias tendem a se localizar na fronteira do conhecimento, pois se baseiam em recursos que não são genéricos e não são fáceis de encontrar em outras tecnologias. Indicam que são novas tecnologias que emergem fora do núcleo da rede, onde a maioria das tecnologias está posicionada. As tecnologias da I4.0 emergem nas periferias desse núcleo, trazendo mais inovações e inovações, ou seja, posicionando-se na fronteira do conhecimento. A quarta revolução industrial, segundo Veronese (2020, p. 64), está na radicalização da microeletrônica, com desdobramento tanto para Internet das Coisas como para o uso intensivo de algoritmos e sistemas de aprendizado da máquina, em processos que são denominados como Inteligência Artificial. A I4.0 oferece meios mais flexíveis de fornecer informações apropriadas a máquinas que podem prever falhas e iniciar operações de manutenção própria (ABDELMAJID, 2022).

Abdelmajid (2022), Xu, Xu, Li (2018), Liao et al. (2017), com base no trabalho de Kagermann, Wahlster e Helbig (2013), colocam que as principais características da indústria 4.0 estão na integração que compõe três aspectos: **1) integração horizontal: integração de vários sistemas informáticos utilizados em diferentes fases dos processos de produção e de**

planejamento de negócios de uma empresa e entre diferentes empresas; 2) **integração vertical**: refere-se à integração dos vários sistemas de tecnologia da informação (TI) nos diferentes níveis hierárquicos (sensores, controle, gerenciamento de produção); e 3) **integração de ponta a ponta**: envolve todo processo para que os mundos digital e físico sejam integrados em toda cadeia de valor de um produto e em diferentes empresas, ao mesmo tempo que incorpora os requisitos do cliente.

3.1. Pilares da Indústria 4.0

As várias tecnologias mencionadas são combinadas para implementar a indústria 4.0 e construir uma empresa dinâmica, otimizada em tempo real, com componentes necessários para integrar o novo conceito futurista. A seguir, apresento três tecnologias que são particularmente significativas para indústria 4.0, conhecidas como *enabling technologies* (**tecnologias habilitadoras**), que carregam alto potencial transformador no sistema econômico com uma variedade de usos impulsionado pelo recente desenvolvimento das TIC. A introdução de sistemas ciberfísicos, IoT e manufatura em nuvem.

Internet das coisas (IoT)

Espera-se que a IoT ofereça soluções para transformações promissoras na operação e no papel de sistemas industriais considerados como facilitadores chave para a próxima geração de manufatura avançada, pois permite a criação de redes virtuais no apoio às fábricas inteligentes na indústria 4.0. A base da IoT pode ser considerada uma infraestrutura de rede global composta por vários dispositivos e sistemas conectados sem fio à internet e entre si que, de forma inteligente, configura a chamada Internet das Coisas, que aproveita os dados coletados por sensores e atuadores incorporados nas máquinas e em outros objetos e pode, ainda, ser utilizada com outras tecnologias, como sensores, sistema de posicionamento global (GPS), dispositivos móveis via *wi-fi*, *bluetooth*, redes celulares (QUINTINO et al., 2019). Ou seja, pode ser considerada como uma infraestrutura de rede global composta por numerosos dispositivos conectados que dependem de tecnologias sensoriais, comunicação, rede e processamento de informações (XU, XU e LI, 2018). Os avanços em Identificação por Radiofrequência (RFID, sigla em inglês) e Rede de Sensores Sem Fio (WSN, sigla em inglês) são vistos como os dois dispositivos mais importantes para habilitar a rede IoT.

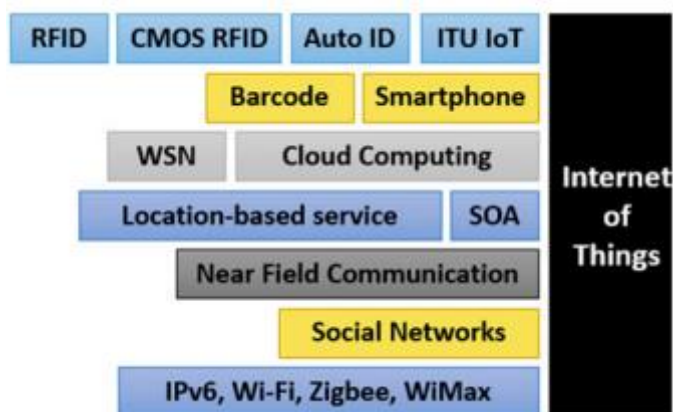
Identificação por rádio frequência (RFID, sigla em inglês)

A tecnologia RFID tem suas raízes nos sistemas de radares utilizados na Segunda Guerra Mundial que, a partir da década de 1980, tem sido amplamente adotada para identificar e rastrear objetos e aplicado em inúmeros setores: pagamento em trânsito, controle de estoque, rastreamento de cargas, identificação biométrica, assistência médica, defesa e outros. Os objetos utilizando RFID são um dos pilares para o conceito da Internet das Coisas por permitir a geração, captação e análise de dados de forma ágil e em tempo real. As RFID, como uma variedade de objetos articulados por meio de esquemas de endereçamento único, são capazes de interagir uns com os outros e cooperar com seus vizinhos para alcançar objetivos comuns (XU, XU e LI, 2018); (NASSAR e VIEIRA, 2014).

Redes de sensores sem fio (WSN, sigla em inglês)

A WSN, por outro lado, é aplicada em sensores inteligentes interconectados para rastreamento e monitoramento, e o potencial de uso de WSN alcança um número ilimitado de áreas (XU, XU e LI, 2018).

Figura 4 - Tecnologias e dispositivos usados para formar rede de suporte para IoT



Fonte: XU, XU e LI, 2018

A manufatura baseada em nuvem (*cloud manufacturing*) também é uma tecnologia que pode colaborar para a realização da indústria 4.0. Semelhante a computação em nuvem (*cloud computing*), que usa uma rede de recursos de maneira altamente distribuída na manufatura como serviço (*Manufacturing-as-a-Service – MaaS*), vem ganhando atração na indústria, pois é um modelo de negócios que permite às empresas acessar recursos e capacidades de fabricação sob demanda, em vez de investir em extensas instalações de produção internas. No mundo da I4.0

a prática padrão é a atualização do software com base na nuvem e atualização dos bens por meio da nuvem.

Sistemas ciberfísicos

A introdução dos sistemas ciberfísicos (ou CPS, na sigla em inglês, *Cyber-Physical Systems*) será uma das mudanças mais revolucionárias da quarta revolução, pois envolve a integração de computação, rede e processos físicos. Computadores e redes que monitoram e controlam os processos com intensa conexão com o mundo físico. Indica-se que, com a introdução do CPS, as máquinas poderão se comunicar entre si e os sistemas de controle descentralizados poderão otimizar a produção. É considerada uma tecnologia facilitadora base da I4.0 que irá fundir os mundos virtual e físico, sendo uma das principais conquistas significativas do desenvolvimento das TICs, juntamente com tecnologias RFID, WSN e IoT, usadas para formar e apoiar os CPS. Os CPS apresentam integração e coordenação entre elementos físicos e a conexão e integração de algoritmos computacionais, a partir de sensores que geram dados e informações sobre a realidade, permitindo que os equipamentos da fábrica se tornem cada vez mais inteligentes, ou seja, o CPS cria uma cópia virtual do mundo físico. As indústrias 4.0 estabelecerão redes globais com seus equipamentos, depósitos e unidades de produção articulados por sistemas cyber-físicos. Além da produção, podemos ter as fábricas inteligentes que permitem que os produtos possam ser rastreados a qualquer momento da produção, permitindo mudanças e ajustes importantes (IEDI, 2017).

3.2.Estratégia Nacional de Políticas Públicas para indústria 4.0

Segundo Doloreaux (2002), as políticas de sistemas de inovação regional (RIS, sigla em inglês) têm o objetivo de melhorar as interações entre infraestruturas de conhecimento, empresas e instituições, contribuindo para apoiar o potencial endógeno das regiões, estimulando a difusão de tecnologias na escala regional. A região é o melhor nível para fornecer apoio ao desenvolvimento, pois ela atua na difusão do crescimento econômico e na eficiência entre setores e regiões. A inovação por ser um processo de aprendizagem interativo que ocorre em nível local/regional.

As políticas inovadoras abordam o desempenho geral de uma economia regional elaborando uma estrutura que inclui gerenciamento de base científica, fornecimento de incentivos financeiros para esforços de inovação, políticas de difusão de tecnologia, promoção

de programas e novas empresas de base tecnológica, criação e preservação de ativos intangíveis e, *in fine*, transferência de tecnologia.

As intervenções de políticas públicas regionais e nacionais desempenham um papel para engrossar as estruturas de apoio organizacional para proporcionar melhores condições de *spin-offs* acadêmicos e estimular a troca de conhecimento entre empresas locais, universidades e empresas estrangeiras presentes na região (TRIPPL, GRILLITSCH e ISAKEN, 2018). Sobre a questão das escalas políticas é de grande importância o desenvolvimento de sistemas de inovação regional dependa de recursos públicos e decisões de políticas da escala nacional. Mesmo que o apoio a P&D seja coordenado principalmente em nível nacional, tem fortes impactos regionais.

Depois da crise de 2008, tem-se observado um movimento de retomada da centralidade de políticas industriais nas estratégias de desenvolvimento dos países como forma de se contrapor à escalada da China. Portanto, o paradigma da indústria 4.0 representaria uma das dimensões das economias avançadas, a ascensão da China que se tornou um centro manufatureiro e uma potência tecnológica (DIEGUES e ROSALINO, 2020). A 4ª Revolução Industrial surge com os países industrializados que têm buscado desenvolver ações e políticas para modernizar a indústria e potencializar a produção, como disputar a posição na liderança mundial como pode-se notar no quadro 6. Alguns países, como Alemanha e EUA, começaram a desenvolver estratégias nacionais dedicadas a empurrar a fronteira em direção à indústria 4.0.

Quadro 6 - Políticas da indústria 4.0 pelo mundo

País	Planos	Ano
Alemanha	Industrie 4.0	2011
Estados Unidos	Advanced Manufacturing Partnership	2012
Dinamarca	Made	2012
Bélgica	Made Different	2013
Austrália	The Next Wave of Manufacturing	2013
Países Baixos	Smart Industry	2014
Reino Unido	Catapult-High Value Manufacturing	2014
Canadá	Conestoga: Centre for Smart Manufacturing	2015
Coréia do Sul	Manufacturing Innovation 3.0 Strategic Action Programme	2015
Japão	Industrial Value Chain Initiative	2015
China	Made in China 2025	2015
Índia	Make in India	2015
França	Industrie du Futur	2015
Espanha	Industria Conectada	2016
Portugal	Produtech	2016

Itália	Piano Nazionale Industria 4.0	2017
--------	-------------------------------	------

Fonte: Lepore e Spigarelli, 2020

O plano da Alemanha alocou financiamento de até 200 milhões de euros estratégica em uma estratégia que visa assumir papel pioneiro nas tecnologias da informação. A *indústria 4.0* tem um foco central na agenda digital do governo alemão na intenção de utilizar o potencial de transição digital do comércio e da indústria para fortalecer a base fabril alemã. O governo francês lançou o projeto *Industrie du Futur* em 2015, que apoia a modernização dos processos de fabricação e a transformação digital de modelos de negócios. Esse projeto baseia-se em cinco pilares: 1) apoiar a oferta tecnológica, promovendo projetos em mercados que a França possa adquirir a liderança europeia ou mundial em 3 a 5 anos; 2) fornecer apoio financeiro para empresas que investir na modernização das suas capacidades de produção; 3) treinamento pessoal; 4) fortalecer cooperação e parcerias estratégicas a nível europeu e internacional; 5) promover a indústria do futuro e *know-how* francês (CIFFOLILLI e MUSCIO, 2018).

Nesse cenário, torna-se estratégico para a manufatura brasileira acelerar o ritmo de difusão das tecnologias da indústria 4.0 como intensificar a nova onda tecnológica. Mas ainda a estratégia nacional mostra carência de um Plano Nacional e falta de coordenação entre as instituições públicas entre si e entre elas e o setor privado.

O quadro 7 demonstra as principais organizações que contribuem para a conscientização, financiamento e políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0, são: o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC), a Confederação Nacional das Indústrias (CNI), a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), o SEBRAE, o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), entre outros (OTTONICAR, VELENTIM e MOSCONI, 2019).

Quadro 7 - Principais ações e políticas públicas de indústria 4.0 no Brasil

Organizações	Ações, Políticas Públicas, Programas e linhas de crédito
Ministério das Comunicações	Tecnologia 5G; Plano Nacional de Comunicação M2M e Internet das Coisas; Cidades Digitais; FUNTTEL
Iniciativa conjunta entre: Ministério da Ciência, Tecnologia Inovação Ministério da Indústria, Comércio e Exterior e Serviços.	Câmara Brasileira da Indústria 4.0.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação	Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial; Estratégia Digital Brasileira; Plano de Ação da Câmara Brasileira da indústria 4.0 do Brasil (2019-2022); Manufatura Avançada; Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (2016-2022); Iniciativa Brasileira de Nanotecnologia (IBN); IA2; Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EIBA).
Ministério da Indústria, Comércio e Exterior e Serviços	Criação de um grupo de trabalho para a I4.0 (GTI 4.0).
BNDES	Linha de Crédito e Serviços 4.0; Linha Finame Máquinas 4.0; BNDES 10.
FINEP	Inovacred 4.0; FINEP 5G; FINEP IoT.
Governo Federal	Lei de inovação (2004); Lei do Bem (2005); Lei de informática (1991); Fundo Verde Amarelo (FNDCT); Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) Lei Rota 2030
Governo do Estado de São Paulo⁵	Lei Paulista de Inovação (2008); Criação de 11 polos de desenvolvimento econômico; Sistema Paulista de Parques Tecnológicos (SPTec); Rede Paulista de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica.
Prefeitura Municipal de Campinas/SP	Lei Nº 12.653 - dispõe sobre a concessão de incentivos fiscais para empresas de base tecnológica no município; Lei Nº 6.850 criação da Companhia de Desenvolvimento do Polo de Alta Tecnologia de Campinas (CIATEC).

Fonte: Mosconi, Valentim e Ottonicar (2019); MDIC (2020, 2021); MCTI (2018, 2021); MC (2020, 2021); BNDES (2020, 2021); Governo do Estado de São Paulo (2019), FINEP (2018, 2019, 2021).

Durante o terceiro mandato do Presidente Luiz Inácio da Silva, foi iniciado, em 22 de janeiro de 2024, o programa Nova Indústria Brasil, com o propósito de fortalecer a indústria nacional até 2033. A nova política tem estratégia de empregar medidas de políticas governamentais, como subsídios, empréstimos com taxas de juros mais baixas e aumento dos

⁵ As leis do governo federal, bem como o ano de sua criação, devem ser analisadas, incluindo o período e o governo em que foram implementadas. Especialmente porque, após o golpe de 2016, houve um enfraquecimento das políticas e uma redução nos investimentos em ciência e tecnologia no país.

investimentos do governo federal. Além disso, o programa utiliza incentivos fiscais e fundos especiais para impulsionar determinados setores da economia.

As metas da nova política de industrialização estão atreladas a alguns eixos: agroindústrias; complexo industrial da saúde; infraestrutura, saneamento, moradia e mobilidade; transformação digital, bioeconomia e transição energética e tecnologia de defesa (BRASIL, 2024).

No caso da meta de transformação digital da indústria para ampliar a produtividade, visto que atualmente apenas 23,5% das empresas industriais são digitalizadas. A meta é transformar digitalmente 90% das empresas brasileiras. As áreas para o desenvolvimento de nichos industriais focam na indústria 4.0; produtos digitais e semicondutores (BRASIL, 2024). Dessa forma, segundo o plano de ação do governo tem como objetivo:

- Formar e capacitar mão de obra em TICs e semicondutores no ensino básico e superior⁶
- Fomentar a coordenação e a colaboração entre governo, ICTs (Instituições Científicas e de Inovação Tecnológica) e empresas em torno de prioridades nacionais;
- Disseminar o uso de plataformas digitais nacionais nos diversos setores da economia;
- Incrementar investimentos em inovação e internacionalização para a modernização da infraestrutura e exportações em TICs; e
- Minimizar a dependência de soluções importadas, geradas pelo baixo desenvolvimento de hardware no país.

Quadro 8 - Tipos de instrumentos de transformação digital da indústria

Prioridades de financiamento	Não reembolsáveis: semicondutores, IA generativa, robótica avançada 6g. Reembolsáveis: semicondutores, robôs industriais, IA generativa.
Ambiente de negócios (regulação, propriedade intelectual/ infraestrutura de qualidade	Infraestrutura para a conectividade: trabalhar no aprimoramento regulatório com foco na ampliação da conectividade no país; na prevenção de litígios tributários e na atualização da Lei de TIC. Patentes essenciais, padronização de produtos e sistemas digitais.
Contatações públicas	Estratégia Nacional de Governo Digital, soluções de IA para o poder público, rede privativa de comunicação de administração pública federa.

⁶ O Brasil vive um déficit de profissionais nas tecnologias da informação e comunicação.

Ações específicas para o alcance da missão	Brasil Mais Produtivo; Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (Novo PADIS); depreciação acelerada; e retomada do Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (CEITEC).
--	---

Fonte: Brasil, 2024

A **Lei de Informática** (nº 8.248, de 23 de outubro de 1991) e a Lei nº 13.969 de 26 de dezembro de 2019, trata de investimentos de empresas em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), referente ao setor de tecnologias da informação e comunicação (TIC). A Lei de Informática, considerada política pública de escala nacional, tem efeitos nas escalas locais e regionais. Em Campinas/SP, foi importante para endogenizar as atividades de P&D, vistos os benefícios fiscais previstos. Apesar da existência de uma ampla rede local de instituições de apoio às atividades tecnológicas que foram importantes para instalação no município, os benefícios tributários da Lei de Informática tiveram condição imprescindível para o esforço tecnológico local (DIEGUES e ROSELINO, 2006). A lei que concede, a partir de determinadas contrapartidas, isenções fiscais a empresas do setor, contribuiu para empresas internacionais ingressassem no país, mas são empresas que não estão preocupadas em estabelecer um processo endógeno de inovações tecnológicas, pois são supridas pela matriz (SANTOS, 2003).

A nova política para o desenvolvimento da indústria traz atualizações na lei, entre elas, ampliar a abrangência da lei no que se refere aos bens incentivados, incluindo novos produtos e equipamentos baseados em técnica digital criados a partir da evolução tecnológica e que serão fundamentais para a transformação digital, a transição energética, a IA, a computação quântica e as novas tecnologias, bem como criar incentivos para software, aplicativos e serviços

A **Lei de Bem** (nº11.196/2005) é considerada o principal instrumento de estímulo às atividades de PD&I nas empresas brasileira. Criou benefícios fiscais à inovação tecnológica, visando estimular a fase de maior incerteza quanto à obtenção de resultados econômicos e financeiros pelas empresas no processo de criação e testes de novos produtos.

No caso da Lei do Bem, o número de empresas beneficiadas pelo instrumento tem apresentado crescimento ao longo dos anos. O último dado divulgado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (2021), referente ao ano de 2019, refere-se a 2.288 empresas que receberam incentivos fiscais com a participação de 1.369 empresas da região Sudeste, entre as quais 1.013 estão no estado de São Paulo, o que demonstra como a dinâmica inovadora

brasileira reforça as desigualdades regionais a partir da concentração espacial do processo de produção inovador no estado de São Paulo.

Ainda que a Lei do Bem tenha sido relevante para estimular investimentos privados em P&D, não se obteve êxito de estimular a diversificação setorial no Brasil, dado que os benefícios são capturados por setores (automobilística e petróleo) que apresentam forte atividade de P&D (Zucoloto, 2010).

Por fim, a **Lei de Inovação Tecnológica** (nº 10.973 de 2 de dezembro de 2004) surge como instrumento relevante para o apoio de políticas industrial e tecnológica. A lei busca promover e incentivar o desenvolvimento científico com objetivos de estimular e criar um ambiente propício para aumentar o envolvimento das empresas no apoio à inovação na intenção de gerar novos produtos e processos, além de criar maior difusão de conhecimento gerado entre as empresas, universidades e institutos científicos e tecnológicos (MATIAS-PEREIRA e KRUGLIANSKAS, 2005).

Nas esferas estadual, a **Lei Paulista de Inovação** (nº 1.049/2008) é um marco significativo para o avanço da inovação no estado de São Paulo. Tem a intenção de estimular as instituições, empresas, pesquisadores públicos e inventores a participar do processo tecnológico (SÃO PAULO, 2008). A lei estabelece dispositivos que permitem às universidades públicas e à FAPESP investir em empresas e outros empreendimentos privados, com o propósito de criar um ambiente propício à inovação.

Em Campinas/SP os benefícios da lei nº12.653/2006 concedem incentivos fiscais para empresas de vocação tecnológica (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2011). Já a lei nº 6850 foi de constituir e criar uma sociedade de economia mista com denominação Companhia de Desenvolvimento de Polo de Alta Tecnologia de Campinas (CIATEC) (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2009). A lei nº 16.165/2021, conhecida como Lei da Inovação, cria um sistema de inovação em Campinas com o objetivo de estimular, organizar, e apoiar uma rede qualificada de ambientes com a missão de potencializar o desenvolvimento de empresas startups.

3.3. O Pensamento Crítico sobre a Indústria 4.0

Precisamos entender quais são os aspectos que contribuem para a indústria 4.0: as estratégias e organização das empresas sobre o envolvimento que elas têm sobre o tema da indústria; se reconhecem a importância para a transformação digital de suas plantas; quais as áreas das empresas receberam/receberão investimentos na implantação da indústria 4.0; o nível

de automação dos equipamentos e sistemas produtivos; o nível de utilização das tecnologias, como sensores de coleta de dados, *big data analytics*, manufatura aditiva, robótica, gêmeo digital etc.; o entendimento sobre a cultura de inovação na empresa, entre outros aspectos.

A aplicação das tecnologias já mencionadas (Manufatura Aditiva ou Impressão 3D; Inteligência Artificial; IoT) é pré-requisito para a indústria 4.0, mas não se limita apenas a elas, como também o seu conceito não se limita à aplicação apenas das tecnologias citadas. Vale destacar que o debate da indústria 4.0 é muito centrado nas transformações da área da tecnologia em si mesma, que estão relacionadas apenas ao peso atribuído ao artefato, como se eles fossem os propulsores das transformações. Portanto, a indústria 4.0 não é apenas a aplicação de tecnologia, mas também a otimização conjunta de sistemas sociais e técnicos e, para essas transformações ocorrerem, é preciso considerar o papel dos grupos sociais que detêm os conhecimentos para a concretização da nova onda tecnológica. É necessário entender o papel dos agentes sociais na participação do desenvolvimento da indústria 4.0, por exemplo, o perfil dos trabalhadores (pós-graduação ou graduação) e o número de pessoas no quadro de empresas ocupadas nas atividades P&D (VERONESE, 2020, p .67); (SONY e MEKOTH, 2022). A capacidade do funcionário de lidar com situações de trabalho tão dinâmicas será um aspecto importante no sucesso da indústria 4.0, pois a falta de habilidade pode desacelerar os benefícios das tecnologias da I4.0, afetando o desempenho das empresas.

Sposito (2019) observa que não é apenas nas atividades econômicas que haverá mudanças, mas também em questões que envolvem a Geografia Política, e isto significa que os arranjos regionais e internacionais poderão ser modificados de acordo com as necessidades territoriais, podendo ter transformações em todos os campos da vida, como econômico, social, territorial, ambiental, psicológico, geopolítico etc. Na mesma linha, Schwab (2016) analisa e descreve o impacto potencial da quarta revolução industrial que se desdobrará nos negócios, governos, economias, sociedades e indivíduos. Afirma que a ciência avança tão rápido que, no momento, as limitações são mais jurídicas, regulamentares e éticas do que técnicas. O autor considera que a nova revolução tecnológica provocará mais agitações do que as revoluções anteriores por três razões: velocidade, como tudo está acontecendo em ritmo muito mais rápido; amplitude e profundidade, com muitas mudanças radicais ocorrendo simultaneamente; e o impacto sistêmico das revoluções anteriores que envolveram a transformação entre países, empresas e em toda sociedade.

Conforme Novaes e Dagnino (2004) e Lima Júnior et al. (2014), as decisões tomadas por especialistas e pelas tecnologias não são neutras, livres de interesses ou de convicções

sociais, visto que incorpora valores da sociedade industrial, ou melhor, das elites que impõem seus valores na técnica. Segundo Carmona (2018), a inteligência artificial vem como oportunidade e como ameaça, pois dependendo de quem dominar as mudanças inovativas nas áreas de inteligência artificial, robótica industrial e computação quântica, pode se tornar grande preocupação para outras nações. Portanto, as inovações tecnológicas advindas da quarta revolução industrial causarão impacto, também, na forma de se fazer a guerra. Além disso, deve se considerar a gigantesca massa de dados que podem ser coletados pelo uso do *smartphone* para obter informações desejadas, tanto no âmbito comercial como no político, podendo afetar a dinâmica política das nações. A guerra cibernética surge como ameaça, tendo o ciberespaço como palco de operações, visto a capacidade de confundir ou destruir os sensores, as comunicações e a capacidade de decisão do seu inimigo (SCHAWB, 2017, p. 87).

O desafio dos governos, das empresas e dos indivíduos é enfrentar o dilema quanto aos investimentos disponíveis para decidir por priorizar a aplicação em tecnologias altamente digitalizadas que aumentam a produtividade e diminuem os gastos de produção ou priorizar tecnologias sociais que visam reestabelecer o número de emprego e diminuir as desigualdades sociais e de renda (KON, 2017). Destacamos que não temos a intenção de apresentar as tecnologias e inovações desenvolvidas na indústria 4.0 como a maior salvação para a humanidade, dadas as condições positivas que podem trazer à sociedade, ou apresentar como se fosse a catástrofe que a humanidade enfrentará. Embora a pesquisa tenha abordagem maior no desenvolvimento tecnológico, temos a consciência, para não cairmos na teoria do “fetichismo” do esquecimento das relações sociais conforme indicou Karl Marx, ou seja, que os trabalhadores deixam de ser evidentes na relação de produção e sua forma social de exploração (ANTUNES, 2017).

Como afirmam Novaes e Dagnino (2004), Lima Júnior et al. (2014), Antunes (2017) e Araújo (2021), as revoluções tecnológicas estão relacionadas com a produção de capital, que contribuem para a degradação das condições da classe trabalhadora. Conforme Hughes e Southern (2019, p. 60), “A quarta revolução industrial pode transferir ainda mais poder do trabalho para o capital e aumentar os níveis de precariedade além dos já experimentados”. Para Fuchs (2018, p. 285) “[...] é o interesse material do capital em reduzir os custos do trabalho para aumentar os lucros com a introdução de novas tecnologias da manufatura”. Trauth-Goik (2020) sugere que as tecnologias da I4.0 passaram a dominar as discussões globais tanto em nível governamental quanto corporativo e, para o autor, não passa de uma continuação tecnodeterminista do programa neoliberal, visto que as novas tecnologias são cruciais para atender o

interesse do capital, e deixa claro que o progresso técnico pode não representar um bem-estar social.

O ponto alto com a I4.0 vem com a produção **máquina-máquina** e o advento da computação em nuvem, *big data*, digitalização, inteligência artificial, manufatura digital torna cada vez o **trabalho morto autônomo** perante o **trabalho vivo**, à medida que as máquinas começam a aprender e interagir entre elas de maneira automatizada, ou seja, ilustra o fenômeno da tecnologia *machine learning* (ARAÚJO, 2021, p. 24).

No entendimento de Araújo (2021), a indústria 4.0 provoca a subsunção⁷ do trabalho produtivo ao mais-valor, na qual o trabalho morto “ganha vida” em *bits* e algoritmos digitais, substituindo trabalho vivo por robôs associados à inteligência artificial. A digitalização algorítmica amplia sua dominação em toda a cadeia produtiva, especialmente no que diz respeito ao intelecto e a própria subjetividade. Tecnologias capazes de raciocinar e julgar estão sendo introduzidas em áreas nas quais era incabível alguns anos atrás, e ocupações com maiores níveis de cognição e raciocínio exibem cada vez mais suscetibilidade à automação (HUGHES e SOUTHERN, 2019).

O **mais-valor relativo** entra como chave para subjugar o processo de trabalho porque é por meio dela que ocorre a incorporação do desenvolvimento tecnológico ao processo produtivo capitalista. “É o lugar em que as inovações científicas e tecnológicas se encontram com as relações sociais de exploração capitalista em uma via de mão dupla” (LIMA JÚNIOR et al., 2014, p. 192). Uma tecnologia superior dentro de uma organização dá a vantagem de lucros extras, visto que produzem um custo individual de produção menor e vendem pela média social. Reduzindo o tempo de trabalho socialmente necessário para produzir a mesma quantidade de valores de uso, torna o capitalismo um modo de produção mais dinâmico, pois é apenas através da mudança da técnica que o tempo de trabalho socialmente necessário de determinados bens pode ser reduzido (BOTTOMORE, 1983, p. 363).

Além dos capitalistas acharem que as máquinas produzem mais-valor extra, consideram também as inovações tecnológicas necessárias para disciplinar e desempoderar os trabalhadores, caindo na crença **fetichista** que as soluções estão nas inovações tecnológicas para todos os problemas que existem. Mesmo que em alguns casos o aumento do mais-valor relativo e de tecnologias possam contribuir para um aumento no padrão de vida dos

⁷ o termo “subsunção” indica e caracteriza a relação entre o trabalho e o capital. (...) expressa que a força de trabalho vem a ser, ela mesma, incluída e como que transformada em capital: o trabalho constitui o capital. Constitui-o negativamente, pois é nele integrado no ato de venda da força de trabalho, pelo qual o capital adquire, com essa força, o uso dela; uso que constitui o próprio processo capitalista de produção” (ANTUNES e ALVES, 2004, p. 343)

trabalhadores, é preciso atentar-se ao fato de que as tecnologias nunca foram de aliviar a carga de trabalho, mas sim de elevar a extração de lucro no trabalho. Com isso, se vê o impulso de produzir mais-valor relativa para sustentar a pressão de buscar sempre as transformações tecnológicas. O capital é inerentemente revolucionário, o valor encontra-se sob condições de contínuo movimento e de inovação tecnológica. Mas precisamos tomar cuidado para não cair na crença fetichista que as soluções dos problemas, principalmente econômicos, estejam na evolução tecnológica. Harvey (2018) pontua bem que as respostas terão de ser encontradas na transformação das relações sociais e políticas. Kon (2017) defende a busca por tecnologias **apropriadas** e **sociais**, que deveriam estar na premissa de formulações de políticas públicas voltadas, de um lado, para a modernização, aumento da produtividade e competitividade interna e internacional, mas, por outro lado, deveriam visar a inclusão social por meio da geração de empregos e renda para a população de menor capacidade em absorver as tecnologias mais avançadas.



4. DESAFIOS DA INSERÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0: MUDANÇAS E CONSEQUÊNCIAS DAS DESIGUALDADES REGIONAIS

O impacto das tecnologias em torno da indústria 4.0 tem proporcionado novas estruturas e inter-relacionamento espaço-temporais diversos com implicações de ordem social, territorial e regional que ainda precisam ser investigadas em profundidade (SILVA e EGLER, 2004). Corroborando com Laffi e Boschma (2021), para uma região passar para a criação de conhecimento 4.0, significa conseguir explorar ao máximo todos os elementos necessários para chegar à fronteira da inovação. Com o mundo globalizado sobre uma aceleração do movimento e mudanças mais repetidas na forma e no conteúdo, algumas regiões podem transformar-se continuamente. A espessura do acontecer é aumentada com o volume de eventos por unidade do espaço e por unidade do tempo, o que torna a região com maior complexidade (SANTOS, 2008, p. 247).

Neste capítulo, demonstro a difusão da indústria 4.0 para entender como pode contribuir para o crescimento socioeconômico de uma região e as consequências dessa para as desigualdades espaciais. Sabemos que as tecnologias da quarta revolução industrial representam pontos diferentes para cada região, e o avanço tecnológico pode criar grandes oportunidades para algumas. Em alguns contextos, pode representar sérios desafios, e para outras podem ser simplesmente inaplicáveis, ou seja, irrelevantes. Além disso, as regiões podem adaptar sua situação econômica e social existente para adotar novas tecnologias, e às vezes podem ter a vantagem de desenvolver novas tecnologias, ou até mesmo ser capaz de aplicar novas tecnologias para desenvolver novos produtos (HILPER, 2021).

Storper (2018) pergunta qual será a Geografia da próxima onda de inovação e seus efeitos sobre a população e a renda. Além disso, afirma que as revoluções da genética e da biologia molecular estão gerando indústrias de biotecnologia, inteligência artificial, robótica e muitos outros setores cujos contornos ainda não foram totalmente definidos, mas que certamente criarão poderosas regiões vencedoras. As tecnologias da I4.0 abrirão oportunidades para as regiões com capacidade potencial de mudar a geografia da produção do conhecimento.

O destino das indústrias impacta as economias regionais dependendo do grau de especialização da região e de suas indústrias. Regiões especializadas podem abrigar atividades econômicas que giram em torno de uma tecnologia, enquanto regiões diversificadas, caracterizadas por uma multiplicidade de bases de conhecimento, podem mostrar maior capacidade de se relacionar com novos conhecimentos tecnológicos (PROPRIS e BAILEY, 2021). Assim, devemos considerar a força de transformação das tecnologias da quarta revolução industrial que pode desempenhar nas diferentes localidades e regiões. (PROPRIS e BAILEY, 2021). A indústria 4.0 cria novos espaços para o desenvolvimento de inovação, como é o caso

das tecnologias urbanas, ou melhor, o debate que está associado sobre as chamadas cidades inteligentes. As tecnologias se apropriaram em regiões especializadas ou grandes cidades por depender das capacidades que estas áreas proporcionam (FRASKE, 2022, p. 7).

Ao mesmo tempo que as transformações tecnológicas que são fontes de novas oportunidades de crescimento, são também de desigualdades inter-regionais. Becker (1983) considera a região como base do poder territorial, pois pode ter em vista a valorização de uma determinada escala e momento para a otimização da ação econômica e política. Presenciando o crescimento econômico para certos locais com estratégias de integração do território e de polos de desenvolvimento em oposição ao esvaziamento de políticas para outras regiões, a autora posiciona a região em uma escala espacial importante para a organização dos movimentos sociais e das políticas, o que cria limites territoriais associados à descentralização na organização do espaço ao mesmo tempo extrapola os limites dos países. A localização empresarial considera o processo de melhores condições para produção, o que faz desprezar certas regiões, provocando crescentes custos privados e sociais, como a subutilização de capital social e custos elevados nos grandes centros pela presença da concentração espacial da indústria (SAQUET E CICHOSKI, 2013, p. 6-7).

A aceleração dos fluxos trouxe repercussões para todas as regiões e Estado-nação que expôs as empresas e os territórios inseridos em uma economia contemporânea, que tem a mobilização do conhecimento e os processos de aprendizagem nas empresas e instituições a forma base para participar da forte competitividade internacional, nacional e regional. Com a emergência da economia do conhecimento estabelece novos desafios para as regiões com preocupações na promoção do desenvolvimento territorial e políticas mais adequadas para elas (regiões), em razão dos espaços estarem mais porosos devido às relações e conexões definidas por outras unidades territoriais (VALE, 2009, p. 11).

Vale (2009) traz duas visões sobre o desenvolvimento das regiões nas economias do conhecimento: os *clusters* inovadores e as redes de inovações não-locais. O primeiro tem foco na aglomeração geográfica, mais comum entre os autores que apontam o local como o lugar da produção inovadora e da tecnologia acumulada, em que o desenvolvimento está na capacitação e articulação institucional regional que teria mais capacidade de mobilizar de forma eficiente os recursos disponíveis e a investir nas atividades locais e regionais mais intensivas em conhecimento. A proximidade facilitaria a partilha do conhecimento e a capacidade das empresas para a aprendizagem, visto ao que alguns autores denominam de *buzz*, que seria o local que tem o ambiente vibrante para produção de conhecimento e aprendizagem.

As redes de inovações não-locais seria uma forma de organização em redes trans-regionais que perpassam as condições locais e regionais nas dinâmicas do conhecimento e da inovação e priorizam a internacionalização, a mobilização de recursos não-locais e a cooperação territorial internacional. Vale (2009, p. 16) escreveu que o motivo seria que a inovação está além da delimitação espacial fixa, num contexto de globalização e valorização do conhecimento, em que os modelos territoriais de inovação e a aprendizagem localizada não conseguem captar as dinâmicas territoriais do conhecimento contemporâneo. As redes dos atores, na atualidade, estão apoiadas por instituições que extravasam o espaço regional para se configurarem nas relações multiescalares. Os canais de comunicação com o exterior conhecidos como *pipelines*, ferramenta importante para acessar recursos e conhecimento que não estão disponíveis localmente, podem se transformar em parcerias estratégicas de projetos, como contribuir para reforçar as dinâmicas localizadas de conhecimento e aprendizagem no *cluster*.

Acredito num ambiente institucional multiescalar que abrange diferentes escalas espaciais e estados-nação para o desenvolvimento, mudança regional e novos caminhos industriais. O desenvolvimento regional irá depender das duas variáveis (locais e não-locais), porque o desenvolvimento não depende apenas das redes trans-regionais. Precisamos contar com as possibilidades de produzir novos conhecimentos localmente, e o desenvolvimento local de tecnologias 4.0 pode representar vantagens competitivas para as regiões. No entanto, estudos sobre as especializações baseados no local são questionados, visto que **ecossistemas de produção** evoluem ao longo do tempo devido a forças endógenas e choques exógenos, podendo correr risco de declínio por estar enraizado no sucesso que alcançaram de especialização. A proximidade reduziria, também, o poder de novidade das oportunidades combinatórias em um nível regional. As indústrias localizadas poderiam, então, trazer consequências para as economias regionais, dependendo do grau de dependência dessa especialização. Dessa forma, os lugares e regiões menos dependentes de especializações específicas teriam maior chance de evoluir por estarem expostas a outras especializações baseadas em tecnologias relacionadas ou não relacionadas (TRIPPL, GRILLITSCH e ISAKEN, 2018).

Regiões que exploram oportunidades de um número maior de fontes de conhecimento tecnológico podem ser mais capazes de tirar proveito das tecnologias da I4.0 do que regiões caracterizadas por processos mais restritos e localizados. Tipicamente, as regiões que estão bem conectadas fornecerão às regiões mais influência e recursos de conhecimento do que as conexões com regiões mal conectadas (PROPRIS e BAILEY, 2020; CORRADINI, SANTINI e VECCILINI, 2021; CIFFOLILLI e MUSCIO, 2018). De qualquer forma, as empresas, para

se manterem dinâmicas, precisam do conhecimento localmente disponível, mas que tenha outras formas que transcendem a escala local para construir fontes globais de aprendizado. O que significa que as regiões precisam ser capazes de explorar o conhecimento não local, combiná-lo com o conhecimento local existente e transformá-lo em regiões centrais (TRIPPL, GRILLITSCH e ISAKEN, 2018).

Ainda que da mudança de um paradigma para outro se esperem mudanças geográficas na inovação, há estudos que indicam que a probabilidade de desenvolver tecnologias 4.0 é maior em regiões especializadas em tecnologias 3.0. A diversificação tecnológica nas regiões é mais provável nos campos tecnologicamente “mais próximos”, pela região ter uma *expertise* relevante. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento de tecnologias 4.0 é um processo de auto reforço, ou seja, quando uma região desenvolve uma especialização em alguma tecnologia 4.0, a probabilidade de diversificação em novas tecnologias 4.0 aumenta, assim, as regiões terão impacto positivo para desenvolver uma nova especialização na indústria 4.0 e (LAFFI e BOSCHMA, 2021; BALLAND e BOSCHMA, 2021).

As informações apresentadas até o momento permitem questionamentos, tais como: quais regiões caracterizadas por uma base de conhecimento 3.0 bem desenvolvida podem ter uma vantagem na produção do conhecimento 4.0? Quais seriam os tipos de bases do conhecimento necessários para desenvolver e quais recursos as regiões precisam para diversificar com sucesso nas tecnologias 4.0?

Diante de tais questões, procurei refinar a pesquisa porque a presença de setores fabris específicos é apenas uma condição necessária, mas não o suficiente para que ocorra a transformação da indústria 4.0, bem como a presença de setores de alta tecnologia em uma região não será capaz da transformação. Os setores podem ser mais inovadores em uma região e menos em outra, portanto, deve-se levar em conta variáveis como o custo de oportunidade de adoção, que varia dependendo das condições regionais, os processos de aprendizagem, espírito empreendedor, capital humano, tecido industrial avançado, bem como o passado (experiência) que molda o desenvolvimento por proporcionar um ambiente propício para o novo, em razão do fornecimento de ativos de conhecimento e habilidades com bases de tecnologias que foram construídas antes, mas também as expectativas e visões futuras de como orientam os investimentos e a seleção das atividades. Cada região segue padrões evolucionários diversos com suas experiências históricas próprias, que envolve interações formais e informais dos agentes e instituições, os quais podem estabelecer redes inovadoras para cooperação, podendo ser chave para competição (CAPELO e LENZI, 2021; DINIZ e GONÇALVES, 2005).

Até aqui, pode-se dizer que já está estabelecido que a inovação é altamente regionalizada em áreas que possuem ecossistemas inovadores fortes e especializados apoiados por P&D de novos produtos e processos por redes de fornecedores, como os centros de tecnologia e inovação. A aglomeração traz consigo benefícios, tanto de manter as empresas já estabelecidas na região quanto de atrair novas empresas (HICKIE e HICKIE, 2021). Portanto, esse tipo de região torna-se um artefato físico ou um sistema tecnológico dentro da dinâmica global, por exemplo, Campinas se transforma no *lócus* de produção de bens materiais para o *lócus* da circulação e consumo de bens simbólicos e informacionais.

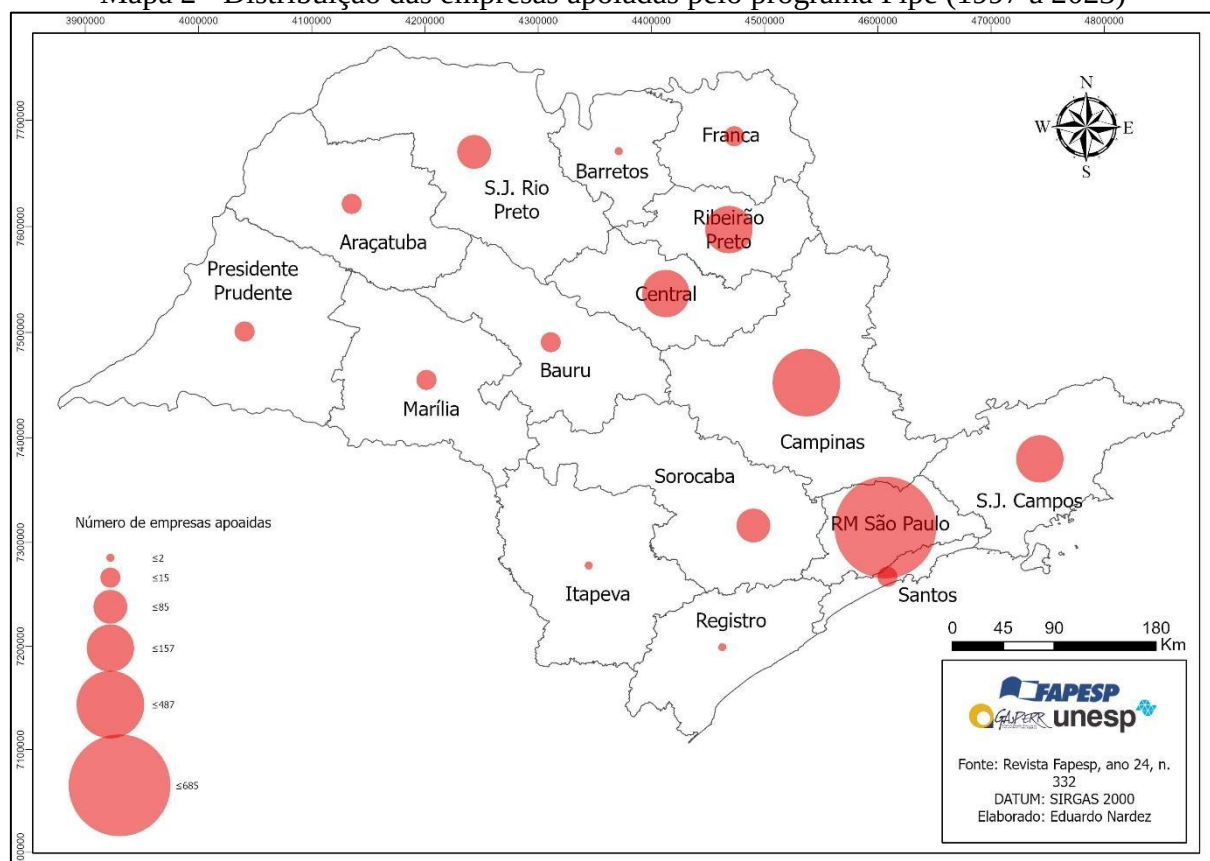
Após ser explorado os conceitos de território, técnicas e redes, pode-se entender que diversos lugares e espaços sofrem diferentes influências e experimentam seletividade de progresso técnico no território. Laffi e Boschma (2021) chamam atenção para que as tecnologias 4.0 são altamente complexas e, portanto, podem ter uma tendência a se concentrar no espaço, criando desigualdades. As grandes empresas podem ser avaliadas para o desenvolvimento da indústria 4.0 e o papel que elas trazem para as regiões, porque o poder dessas empresas é quase monopolista. A natureza cumulativa dos processos de aprendizagem e atualizações tecnológicas em nível regional podem levar a distribuições desiguais das novas tecnologias, acentuando nas regiões que integram um estoque maior de conhecimento específico de tecnologia em suas bases (CORRADINI, SANTINI e VECCILINI, 2021).

Busca-se saber por que algumas regiões desenvolvem atividades empreendedoras intensivas em conhecimento, como as instituições de pesquisa e desenvolvimento, enquanto outros não. A principal causa para as crescentes disparidades é que o desenvolvimento econômico é, cada vez mais, dependente de atividades intensivas em conhecimento que se concentram nas áreas metropolitanas e algumas cidades médias, visto a correspondência de habilidades e transbordamentos de conhecimento. Hickie e Hickie (2021) abordam que o desenvolvimento da indústria 4.0 depende de instituições educacionais e de treinamento. Estas organizações desempenham papel fundamental tanto na coordenação como na oferta de educação e formação de força de trabalho capaz de suprir as exigências futuras.

Os mapas 2 e 3 representam a distribuição dessas instituições educacionais o programa de financiamento, como a Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas (PIPE), que desde 1997 que destina a apoiar a pesquisa científica e tecnológica, realizada em startups, pequenas e médias empresas do estado de São Paulo. O mapa 2 exibe que as Regiões Administrativas (RA) com concentração de apoio foram as áreas com forte presença de empresas, e principalmente das principais universidades, centros de pesquisas e parques tecnológicos. A distribuição das

empresas apoiadas na maior parte está registrada em locais que tem uma preocupação crescente das empresas com a inovação, como a região metropolitana de São Paulo (685) e nas RAs de Campinas (487), Central (157), São José dos Campos (140), Ribeirão Preto (132) e Sorocaba (85). O mapa 3 traz a distribuição de fomento por município de 1998 a 2023 nas empresas de alta e média alta tecnologia que concentra em cidades como São Carlos (107), São Paulo (104), Campinas (95) e São José dos Campos (83).

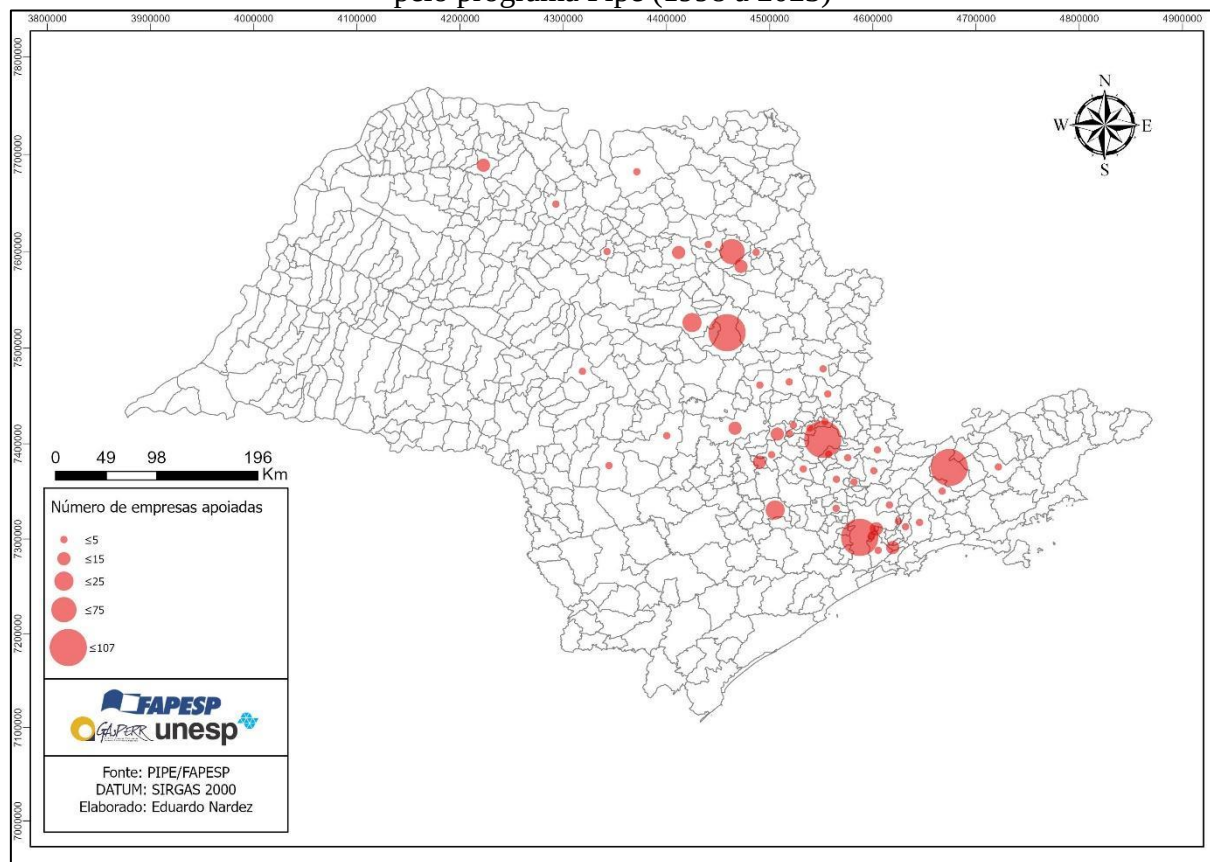
Mapa 2 - Distribuição das empresas apoiadas pelo programa Pipe (1997 a 2023)



Fonte: Revista Fapesp, ano 24, n. 332

Org.: Eduardo Nardez

Mapa 3 - Distribuição de fomento por município nas empresas de alta e média alta tecnologia pelo programa Pipe (1998 a 2023)



Fonte: PIPE/FAPESP

Org.: Eduardo Nardez

As novas atividades para indústria 4.0, como indica a literatura, são mais complexas, o que implica que as regiões com potencial têm mais benefícios econômicos. Atividades complexas constroem e combinam uma ampla gama de capacidades que são difíceis de desenvolver e de copiar. Além disso, as atividades necessitam de proximidade e depende mais de colaborações locais. Sabemos, então, como demonstrado nos mapas acima, que a incorporação das tendências da I4.0 acompanha a concentração industrial, privilegiando os principais centros urbanos e seu entorno, conectadas por densas redes de transportes. Mas a lógica locacional da I4.0 parece ser mais seletiva e concentrada nos territórios, acompanhando a presença de universidades, centros de pesquisas e parques tecnológicos (SPOSITO e SANTOS, 2020). Tais fatos demonstram que atividades dessa indústria requerem capacidades intelectuais que acabam sendo mais agrupadas.

Empresas globais estão firmemente enraizadas em regiões específicas por seus investimentos de capital humano, de infraestrutura e financeiro, ou seja, com intensas concentrações de recursos inovadores. Mas, em vez de mudarem, podem optar por treinar e contratar profissionais qualificados e criar instalações de P&D de que precisam para as novas

tecnologias. Assim, atuam como imã para empresas iniciantes que desejam fornecer produtos e serviços da I4.0 para o seu setor (HICKIE e HICKIE, 2021).

Como descrito, Campinas forma uma região dinâmica, o que condiciona seu desenvolvimento econômico. Resultados de Pinheiro et al. (2022) mostram que há uma tendência para regiões de alta renda e complexidade se concentrarem nas áreas desenvolvidas, e regiões de baixa renda e complexidade têm menor potencial para fazer novas combinações e diversificar as atividades. Isso implica que as disparidades de renda entre as regiões são mais propensas a serem reforçadas, não reduzidas, devido aos processos de inovação e diversificação.

Isso exhibe o **lado perverso da inovação**, pois contribui para o aumento da desigualdade inter-regional. Conforme Diniz e Gonçalves (2005), o paradoxo desse processo é que ao invés de reduzir as distâncias econômicas, especialmente nas regiões, a sociedade do conhecimento com o processo de globalização aumenta as diferenças. Isso evidencia o papel dos centros urbanos e das localidades como base à inovação, com sua disponibilidade de infraestrutura física e técnico-científica, disponibilidade de serviços modernos e qualificação do mercado de trabalho. Assim, o discurso cria vantagens relativas para desenvolver e atrair indústrias do conhecimento.

O desenvolvimento da I4.0 junto com a inovação e o desenvolvimento regional sem dúvida é, como apontam Diniz e Gonçalves (2005), demanda de uma concentração prévia da base produtiva e da geração de inovações com inércia que dificilmente será quebrada nas regiões de padrão locacional de atividades mais intensivas de conhecimento. Vai ser uma indústria de aglomeração altamente compacta que se comunicará com locais distantes, mas não se dispersarão. Como citado, estarão em algumas metrópoles por terem a capacidade de infraestrutura adequada para abrigar esse tipo de atividade.

Nesse contexto, pode se tornar cada vez mais difícil o ingresso de uma nova região para I4.0 por envolver uma acumulação técnica que, através do conjunto de meios instrumentais e sociais que os homens realizam em sua vida, produzem e criam o espaço. A região precisa ter uma técnica embutida historicamente, pois as técnicas dão-nos a possibilidade de empiricização do tempo por representar o tempo congelado revelando uma história, dado que no momento da sua criação e de sua instalação contribuir para explicar o encontro das condições históricas que presidiram para sua operação (SANTOS, 2008, p. 29).

Roxo (2020) traz de forma empiricizada diferentes períodos de modernização que atingiram Campinas a partir da formação socioespacial, compreendendo como se deu a gênese

da cidade e seu processo de estruturação urbana. A exposição divide-se em cinco períodos: 1) com a produção açucareira de 1721 a 1842; 2) produção cafeeira de 1842 a 1889; 3) consolidação do meio técnico-científico entre 1889 a 1930 marcado pela ruptura com a ordem escravista e o início da produção capitalista da cidade; 4) formação do meio técnico-científico-informacional, entre 1930 a 1987, condicionando a industrialização, a expansão urbana e o adensamento da rede técnica; 5) a partir de 1988, com a expansão das indústrias de alta tecnologia, pela formação das novas concentrações industriais e de serviços, pela produção de empreendimentos imobiliários. Nesse período, o meio técnico-científico-informacional se consolidou em Campinas e região.

Durante os períodos que se passaram, é vista uma condição de valorização capitalista do espaço, que foi adquirindo novas formas, pois a produção se deu a partir do capital social em que entra todo o trabalho morto incorporado ao solo ao longo da história, ou seja, a infraestrutura. A fixação é um pressuposto do capitalismo, além do assentamento da população, tem a agregação de valor ao solo pelo capital fixo. Esse processo, conforme Moraes e Costa (1984) demonstram, é condição e meio de produção e reprodução de capitais (MORAES e COSTA, 1984). Por isso, a técnica pode ser considerada como um elemento importante de explicação da sociedade e dos lugares. A diferenciação entre os lugares está associada à densidade técnica, e ressalta-se que a sua difusão não se dá uniformemente ou de modo homogêneo, mas está presente de forma heterogênea, que vem da maneira como a técnica se insere desigualmente na história e no território, no tempo e no espaço, portanto, convivem subsistemas técnicos provenientes de épocas diversas (SANTOS 2008).

Algumas regiões continuam com destaque na competência em P&D, como é o caso das regiões Sul e Sudeste no Brasil, que podem ter novas tecnologias inicialmente desenvolvidas, permitindo que essas regiões explorem uma ampla gama de avanços e oportunidades para o impacto na fabricação. Outras regiões estão enfrentando a introdução das novas tecnologias que podem ajudá-las a manter sua posição dentro das cadeias de valor, mas podem induzir a permanecer dependentes de decisões e tecnologias de outros lugares. Enquanto isso, novas oportunidades tecnológicas criam possibilidades para regiões sem uma força de trabalho tradicional na manufatura, criando mudanças disruptivas, como em alguns estados do Nordeste e Centro-Oeste (SANTOS, 2023; HILPERT, 2021).

De acordo com Hilpert (2021) e Scherrer (2021), regiões com sólido desenvolvimento tecnológico em relação à I4.0 podem se surpreender e experimentar menos diante da ocorrência de mudanças trazidas pelo conceito da I4.0. Essa seria uma forma de continuar um avanço

contínuo das capacidades existentes, em comparação com as regiões que não estão associadas com tal desenvolvimento tecnológico.

Embora a indústria 4.0 não se restrinja a regiões tradicionais de inovação, como mencionado por Santos (2023), é importante ressaltar que as regiões propensas a esse avanço tecnológico seguem nos *hubs* que fornecem acesso a centros de excelência. Regiões com menor renda, conforme apontado por Pinheiro et al. (2022), têm capacidade reduzida para desenvolver e diversificar novas tecnologias. Essa situação resulta em efeitos de movimentação de capitais e migração seletiva de jovens qualificados para regiões economicamente mais desenvolvidas. Um exemplo disso são as regiões de Presidente Prudente e Araçatuba, que sofrem com perdas migratórias.

No caso específico de Presidente Prudente, autores como Dundes (1998), Sposito (1982, 2020), Gomes (2007), Rosalino (2007) e Nardez (2022) demonstram as relações econômicas de Presidente Prudente com estruturas produtivas menos complexas. A falta de empreendimentos que atendam às necessidades das cadeias produtivas mais avançadas continuará a ter dificuldades para o desenvolvimento para aplicação das novas tecnologias. Presos a atividades de baixa complexidade, dificultando superar as restrições estruturais, as pessoas buscam empregos em outras regiões. Ao mesmo tempo, regiões mais ricas experimentam grandes retornos em termos de maior diversificação, com acúmulo de capacidades em direção a atividades mais complexas e de maior valor agregado, o que pode parecer disruptivo.

4.1. Principais configurações espaciais produtivas, tecnológica e científica de Campinas

A cidade de Campinas, no nível de metrópole, segundo a classificação proposta pelo último estudo das “Regiões de Influência das Cidades” – REGIC (IBGE, 2018) é a única cidade que não é capital estadual a ser classificada como metrópole. Sua posição se dá pelo alto dinamismo empresarial existente tanto no núcleo quanto na sua área de influência, cujo porte demográfico ultrapassa dois milhões de habitantes. Ela se sobressai por ter todas as características de uma metrópole, como fluxos de capital e pessoas, concentração de atividades relacionadas ao circuito superior etc. A rede urbana de Campinas divide influência tanto com a Metrópole de São Paulo quanto com Belo Horizonte (IBGE, 2018, p. 15). A área dispõe de importantes instituições de ciência e tecnologia (ICTs) de competências diversificadas e com forte interação no meio empresarial. Os grandes centros de pesquisa e de universidades públicas e privadas, entre outros, são referências para o incremento tecnológico das empresas.

Conta com uma paisagem de centros comerciais ligados ao grande capital comercial e imobiliário que integra ao capital financeiro, ou seja, são aspectos da nova metrópole descrita por Lencioni (2017). A nova posição assumida por Campinas/SP, de metrópole, tem relação por sua capacidade de formar um novo aglomerado metropolitano, sendo ponto central para fluxo de capitais e maior complexidade nas redes territoriais, muitas vezes com alterações nas centralidades urbanas e no núcleo metropolitano, para que possa responder às demandas da reestruturação produtiva para o desenvolvimento de serviços produtivos (LENCIONI, 2017, p. 142).

Em se tratando das metrópoles, possivelmente, é no estado de São Paulo que existe uma metropolização das áreas do interior que constitui uma cidade-região. Magalhães (2008) parte da ideia de que a cidade-região é a forma urbana do processo de metropolização em seu estágio contemporâneo com continuidades e rupturas nos processos e contextos históricos anteriores que deram origem às próprias metrópoles. A extensão territorial da metrópole de São Paulo contribuiu para o evento da cidade-região, conceito que exprime a ideia de que a expansão territorial da metrópole pode constituir uma região, pois as relações que se desenvolvem neste conceito extrapolam as redes e os circuitos produtivos, visto o fluxo de comunicações que possibilita tanto as relações com as cidades mais distantes quanto com as próximas (LENCIONI, 2017, p. 144). Esse processo de metropolização do espaço tem se manifestado de forma mais expressiva nas áreas que abrangem a região metropolitana de Campinas.

Sposito (2017, p. 58) oferece, de forma sintética, a partir de conceitos da Geografia, que a cidade-região tem sentido próximo das palavras cidade e região (com o uso da preposição), ao mesmo tempo em que apresenta um novo distante do original. O autor, trabalhando com as definições de Sandra Lencioni, considera que a cidade-região não tem limite e nem tamanho, visto a sua característica fluida e difícil de ser delimitada, por ter um espaço de fluxos pelas inúmeras redes interconectadas que participam para dar condições aos transportes e ao deslocamento de pessoas. Portanto, pode ter sua extensão territorial por centenas de quilômetros, sem perder suas particularidades, ainda que possam manter semelhanças.

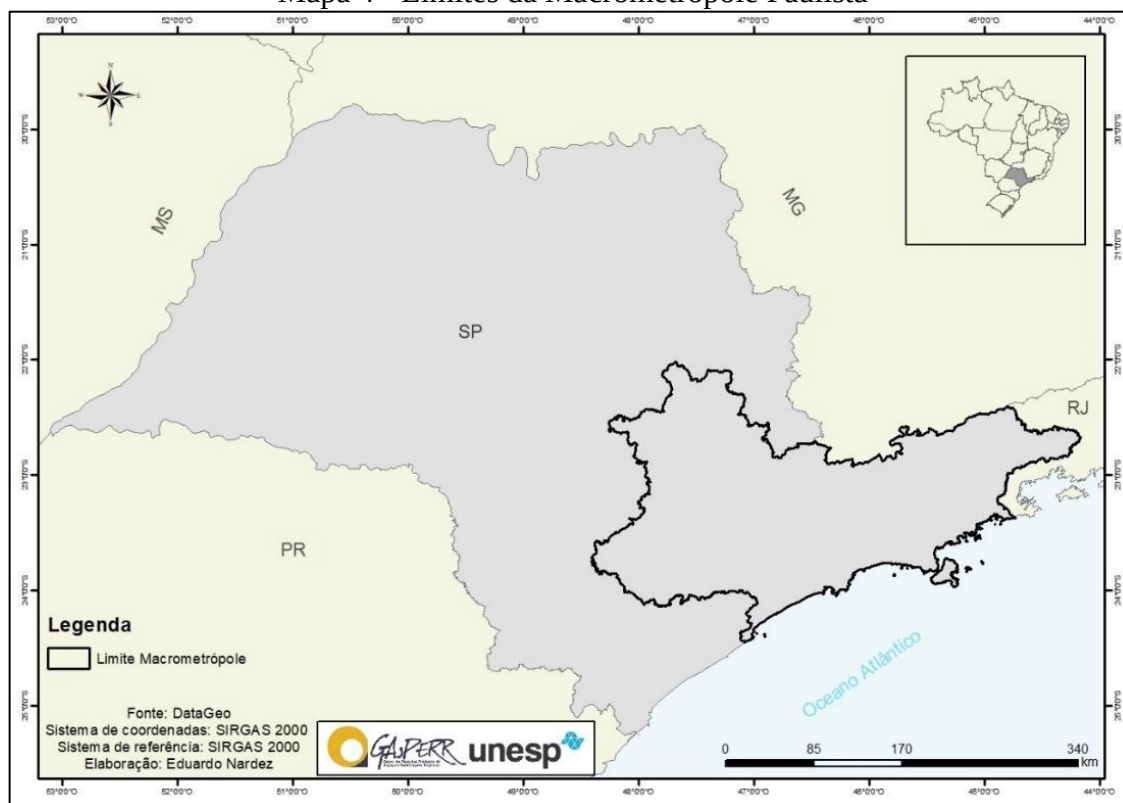
A nova globalização, impulsionada pela tecnologia da informação e a crescente importância dos serviços e das finanças, fortaleceu as economias de aglomeração e as vantagens das cidades-região. Tal fato lança transformações nas esferas da vida social, na reprodução do capital, do trabalho e até mesmo no modo de vida. Isso porque a presença de novas formas de organização e segmentação espacial da produção e da população configuram novas territorialidades e novos arranjos socioespaciais com novas formas urbanas e novas

regionalizações. A revolução informacional permitiu uma descontinuidade espacial das atividades produtivas no território e pré-condições anteriores vigentes durante o fordismo-taylorismo (LIMONAD, 2005).

O debate sobre o conceito de cidade-região é importante por constituir um dos motores de uma economia em globalização rápida, onde são altamente produtivas e inovadoras. Até porque mostra como um nó espacial, essencial para a economia global, por serem áreas centrais para as formas da atividade produtiva, seja nas indústrias, serviços e nos setores de alta tecnologia. As cidades-região funcionam cada vez mais como motores regionais da economia global com redes locais dinâmicas de relações econômicas inseridas em escala mundial de competição e troca inter-regional. Por outro lado, estão longe de ser totalmente uniformes, porque embora sejam muitas vezes as regiões mais ricas em relação ao resto do território nacional, elas também contêm características de disparidades econômicas com atritos sociais complexos ligados à associação de segregação e desigualdade (SCOTT, AGNEW, SOJA e STORPER, 1999).

Países como o Brasil, as cidades-região são afetadas por uma tendência de movimento das atividades econômicas para fora de seus núcleos metropolitanos e em direção a áreas que ficam nas extremidades de suas franjas territoriais (SCOTT, AGNEW, SOJA e STORPER, 1999). O transbordamento ocorreu por fatores como a crise do fordismo e o surgimento de novas formas de produção e organização do trabalho, que propiciou deseconomias das grandes cidades em virtude da reconfiguração territorial dos processos produtivos em direção ao interior. As cidades-região vão além do tamanho dos seus centros, pois entende-se que são regiões que apresentam características como acumulação do conhecimento, inovações, diversidade cultural e instituições, que são quesitos para fornecer as vantagens competitivas e o crescimento econômico (MARTIN et al., 2018). A região metropolitana de São Paulo (RMSP), portanto, se estende por uma ampla rede de cidades que compõem a chamada macrometrópole, como demonstrado no mapa 4, em que a extinta Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (Emplasa) define a macrometrópole paulista, formada por 173 municípios.

Mapa 4 - Limites da Macrometrópole Paulista



Fonte: DataGeo

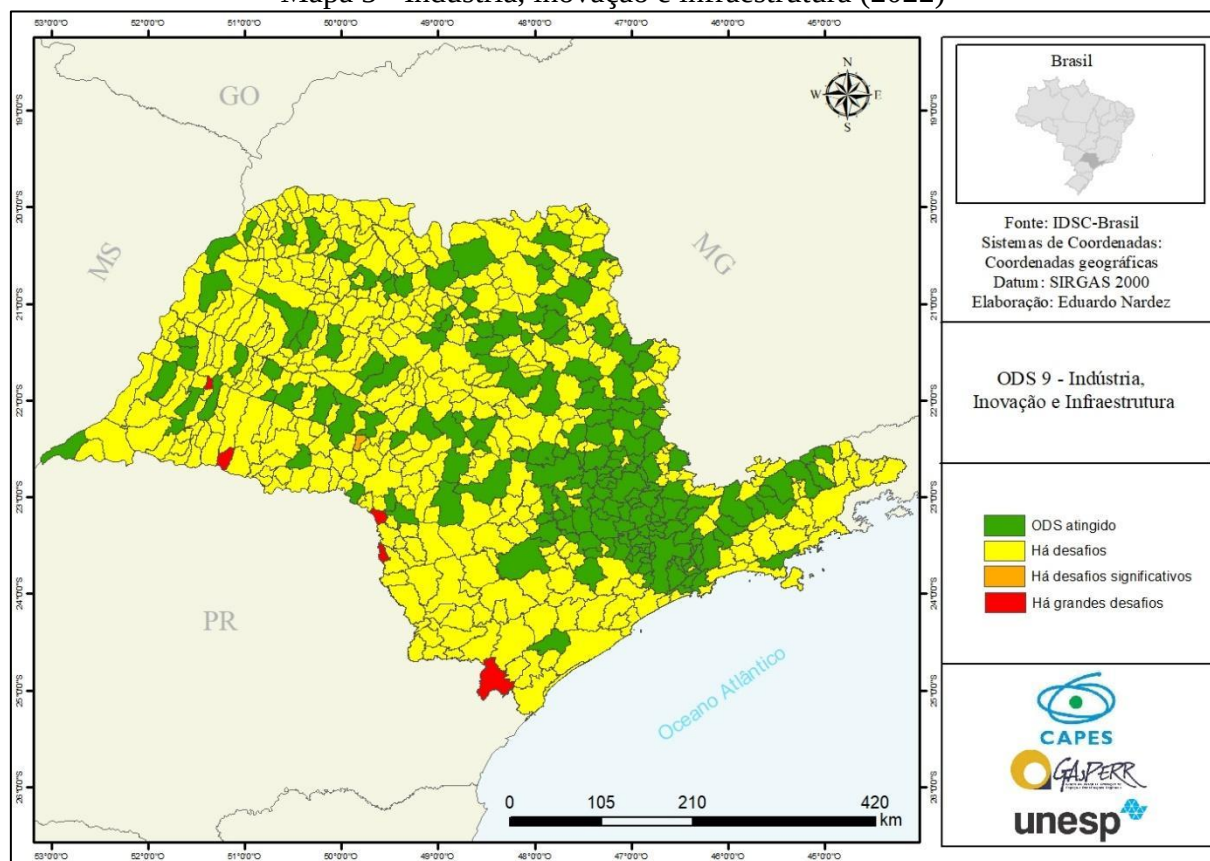
Org.: Eduardo Nardez

A questão metropolitana não deve ser entendida sem levar em conta os novos determinantes da macrometrópole paulista, precisa-se considerar a interação com outros centros urbanos metropolitanos próximos, como o caso da RMC composta por 20 municípios, centrados nas cidades de Campinas, Paulínia, Sumaré, Santa Barbara d'Oeste, Americana e Jaguariúna. Podemos afirmar que Campinas/SP (e sua RM) constituiu um centro de fluxos de capitais que se beneficia de maior densidade e complexidade econômica, comandando um sistema de redes que Lencioni (2011) denomina de rede de proximidade territorial, formada por redes materiais, ou seja, redes de transportes viários, como de redes de proximidade relativa, que dizem respeito às redes imateriais com os fluxos de informação e comunicação.

Os mapas 5 e 6 demonstram, nitidamente, a macrometrópole com a concentração do indicador de melhor em construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação (mapa 5). E a participação de empregos em atividades intensivas em conhecimento e tecnologia (mapa 6), ou seja, é a região paulista que encontra as condições para a produção do capital inovador, por ter a presença dos recursos ligados ao conhecimento tácito e codificado, mas por conter condições de infraestrutura material e imaterial.

Para a compreensão dos mapas 5⁸ e 6 na intenção de entender o progresso dos municípios, consideram-se quatro intervalos. O verde tem como limite superior o valor alvo para cada indicador e, como limite inferior, o “limiar verde,” valor a partir do qual se considera que o município atingiu o cumprimento dos ODS. Três intervalos (amarelo, laranja e vermelho) denotam uma distância crescente do cumprimento do objetivo. O intervalo vermelho faz uso do

Mapa 5 - Indústria, inovação e infraestrutura (2022)



Fonte: Índice de desenvolvimento sustentável das cidades, 2022

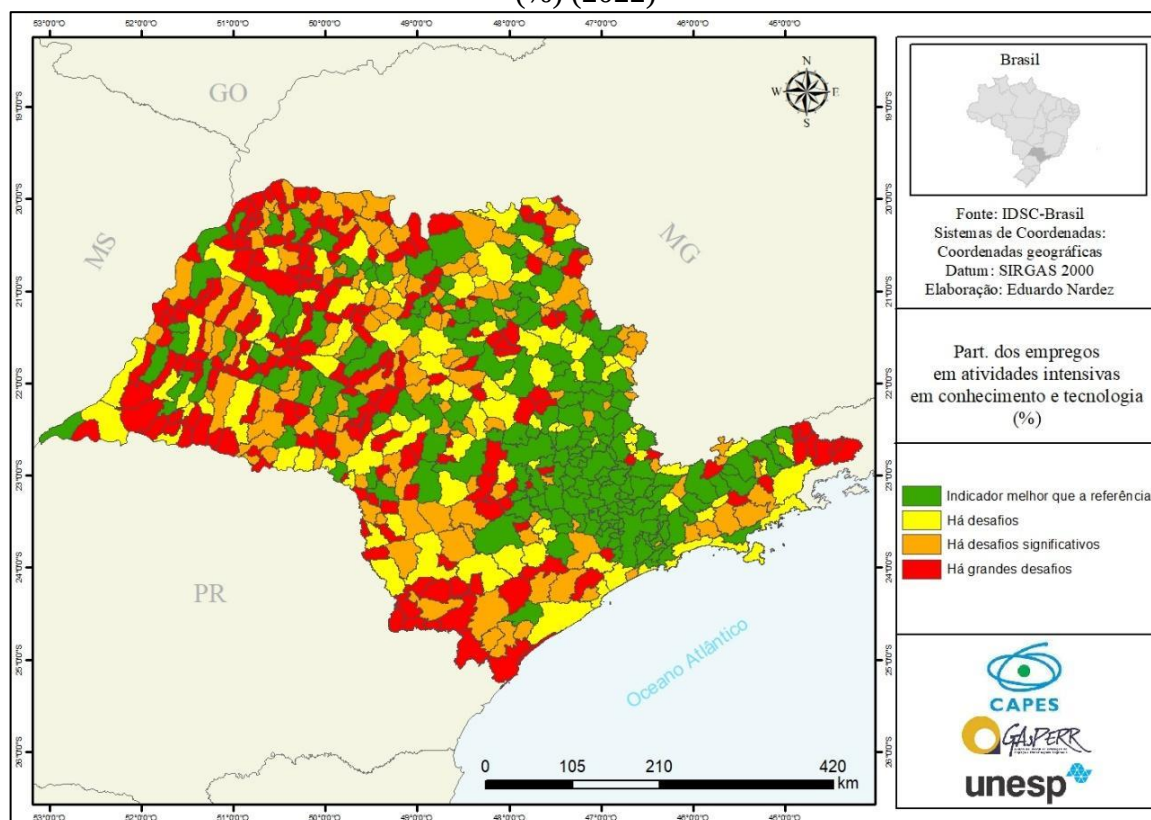
Org.: Eduardo Nardez

No Mapa 6, para permitir a comparação entre os indicadores, cada variável foi reescalada em uma faixa de 0 a 100, onde 0 representa o pior desempenho e 100, o melhor desempenho. O valor-alvo é de 43,28%, o limiar verde é 14,3%, o limiar vermelho é 1,92% e o limite inferior é 0. Portanto, o mapa apresenta as regiões que têm as condições gerais de produção pela relação entre o processo imediato de produção e o processo global de produção, sendo que a mediação é feita pelos equipamentos de consumo coletivo que se relacionam com

⁸ Essa nota destaca que após a realização da pesquisa o *site* onde os dados foram obtidos para a construção do mapa 5 e explicação da legenda foi atualizado, o que impede uma explicação precisa da legenda, como foi realizada no mapa 6. Para mais informação visite: <https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/methodology/#Metodo-para-construir-o-IDSC-BR>

o processo produtivo, por exemplo, bancos, serviços e redes de circulação material e imaterial. Pode dizer que equipamentos de consumo em conexão direta agregam valor a mercadoria com valorização e com reprodução veloz para atender as demandas do capital. Diferente dos equipamentos de consumo em conexão indireta, são caracterizados por equipamentos de consumo para a força de trabalho, como escolas, hospitais, clubes etc. (LOJKINE, 1995, apud TUNES, 2015, p. 429,). Consideram-se os vínculos de conhecimento da RM de Campinas e de outras regiões para fornecer as ligações inter-regionais de conhecimento como forma de acesso a capacidade complementares que contribuem para aumentar a capacidade das regiões no desenvolvimento de novas tecnologias 4.0.

Mapa 6 - Participação dos empregos em atividades intensivas em conhecimento e tecnologia (%) (2022)



Fonte: Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades, 2022

Org.: Eduardo Nardez

Sabe-se que o território não é homogêneo, e nisso a macrometrópole se diferencia pela sua diversidade, o que a distingue das demais regiões do país. Tal heterogeneidade é proporcionada pela maior quantidade de profissionais e empregos nas áreas de formação tecnológica, então, teoricamente mais preparados para adotar e gerar novas tecnologias ou de realizar esforços internos de P&D (DINIZ e GONÇALVES, 2005).

Elemento suficiente para considerá-la em termos de cidade-região, ou seja, aparece como unidade espacial necessária para a compreensão das dinâmicas territoriais do capitalismo contemporâneo. Visto o crescimento da produtividade a partir de novos arranjos – flexíveis, logísticos e de alta tecnologia, e ao fato de a dinâmica de desenvolvimento corresponder aos processos de integração global que confere à cidade-região um interesse espacial, por exemplo, em relação ao território com atividades produtivas e de inovação tecnológica e, por outro lado, como território da vida social e do trabalho vinculado às atividades econômicas (SILVA e FONSECA, 2013).

À vista disso, a cidade-região tem condições, no seu espaço geográfico, para que a lógica locacional da indústria de alta tecnologia e inovação se cumpra, ao se instalarem e aí permanecerem, em razão de suas exigências para um ambiente de qualidade de serviços que oferecem sinergias entre a força de trabalho, diferentes formas de produção (material e imaterial) das empresas e instituições de ensino e pesquisa. Segundo Gomes (2019), a relação entre espaço e inovação é necessária para a interação das empresas e a criação de um espaço de inovação. A interação entre elas forma forte relação que, devido à aglomeração geográfica dos agentes sociais e econômicos, contribui para o processo de aprendizagem, constituindo-se um espaço inovador.

A área apresenta, ainda, expressiva mão de obra especializada, que continua sendo a principal fonte de mais-valia social para a acumulação capitalista que articula aspectos que se complementam, como mão de obra, conhecimento tácito e tecnológico e localização (SPOSITO, 2015, p. 372). Neste caso, o município extrapolou mais do que apenas um arcabouço bem-organizado que acolhe e sustenta as implantações industriais, pois comporta um dinamismo em que as indústrias se inter-relacionam e interagem de forma extremamente eficiente, conformando um sistema de ações e relações mútuas, comportando muitas outras funções, atividades e qualificações que operam como uma rede de pontos nodais de sistemas de transportes e de comunicações.

A proximidade geográfica entre outros grandes centros industriais condiciona a existência de interações produtivas e de *linkages* proporcionadas pela complexa base territorial tecnológica, dada a existência de universidades e instituições que favorecem a densa rede de indústrias inovadoras e de alta tecnologia interessadas em se beneficiar do ambiente produtor de conhecimento científico e de inovações (SELINGARDI-SAMPAIO, 2009).

Pode-se pensar a definição defendida por Fernandes (2016), conhecida por Sistema Territorial de Inovação (STI), que se trata de um espaço de relações complexas entre diferentes

agentes de um dado local, mas com conexões em diferentes escalas para produção, apropriação e difusão de inovações, envolvendo objetivos coletivos de solução de problemas comuns, como também um contexto de disputas que estão em jogo a obtenção de lucro e o controle externo do território.

Busco compreender Campinas a partir das “configurações espaciais produtivas” que proporcionam o desenvolvimento da indústria 4.0, em outros termos, é necessário identificar os responsáveis por estruturar o espaço urbano regional no município para nova onda tecnológica, na qual podem observar que a modernização acontece de modo concentrado e que as especializações que a região pode se especializar produzem uma heterogeneidade dos espaços, acirrando a desigualdade regional. Pode pensar em algumas pistas das lógicas que podem definir “configurações espaciais produtivas”: a origem e dimensão dos capitais industriais instalados, o alcance dos circuitos espaciais, a produção dos ramos produtivos envolvidos, o papel do Estado na efetivação dos empreendimentos, as relações de trabalho utilizadas nas fábricas e as formas espaciais específicas das aglomerações produtivas (PEREIRA JÚNIOR, 2017),

No nosso caso, a inovação é um processo que depende de uma variedade de fatores internos e externos às empresas, e a reprodução dos sistemas de inovação regional (RIS, em inglês, *Regional Innovation Systems*) perpassa além do estoque de conhecimento criado por empresas e instituições, mas como essas organizações interagem entre si e com seu ambiente. Pretende-se mencionar quatro fatores que, em geral, envolvem os RIS: 1) empresas, 2) instituições, 3) infraestrutura do conhecimento e 4) política inovadora. Por meio desse conjunto de fatores, pode-se afirmar que o RIS: 1) é essencialmente um sistema social, 2) envolve interações entre diferentes conjuntos de atores (setores públicos e privados), e 3) padrão sistêmico de interações para aumentar e aprimorar as capacidades de aprendizagem localizada de uma região (DOLOREAU, 2002; HERVAS-OLIVER et al., 2021). Portanto, é amplamente aceito que a colaboração facilita o aprendizado iterativo, a transferência de conhecimento e a inovação entre empresas e regiões.

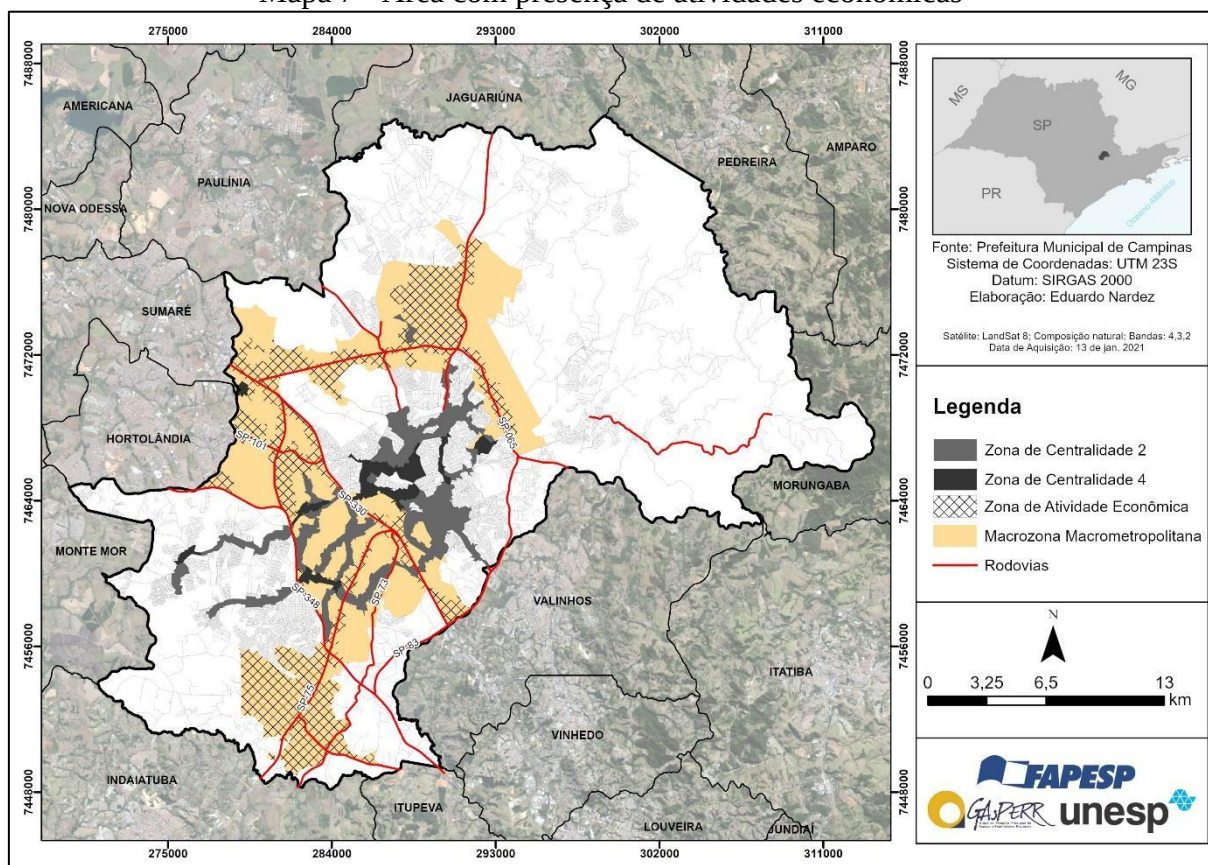
Para os objetivos, precisa-se levar em consideração, ainda, as condições locais que podem potencializar as tecnologias 4.0. Como afirmam Laffi e Boschma (2021), as tendências tecnológicas atuais influenciam os caminhos futuros de desenvolvimento regional, mas outras variáveis regionais podem desempenhar um papel e impulsionar as regiões em determinadas trajetórias tecnológicas. Apesar da forte atenção dada à globalização e à natureza multiescalar da mudança econômica e institucional, justifico a importância de entender o papel da região –

em termos de recursos, empregos, indústrias e instituições – para o desempenho e desenvolvimento das empresas potenciais.

A estrutura metropolitana, principalmente de Campinas, pode fornecer elementos para entender a estrutura espacial e econômica. Como realçado nos estudos de Freitas-Firkowski (2021), um dos elementos analisados para conhecer as indústrias existentes na metrópole foram as atividades que aplicam intensidade tecnológica, por exigir a participação de atividades de serviço tecnológico intensivo em conhecimento. A metrópole de Campinas/SP terá atividades que demonstram o aspecto da estrutura econômica presente no capitalismo contemporâneo, ou seja, elementos como conhecimento, tecnologia e financeirização.

O mapa 7 demonstra as áreas que concentram atividades econômicas, concentrando, desta forma, empregos qualificados. A partir da nova proposta da Lei de Ocupação do Solo (LUOS), da Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, buscou-se compreender as dinâmicas econômicas e socioespaciais nas escalas da macrometrópole paulista, da região de Campinas, do município e das suas localidades. Os elementos territoriais fundamentais são chamados de **sistemas estruturadores** que embasam a forma de organização do macrozoneamento, bem como as **macrozonas** que constituem ao território distinção, coerência e integração do desenvolvimento social, ambiental, econômico, cultural e urbano (CAMPINAS, 2015).

Mapa 7 - Área com presença de atividades econômicas



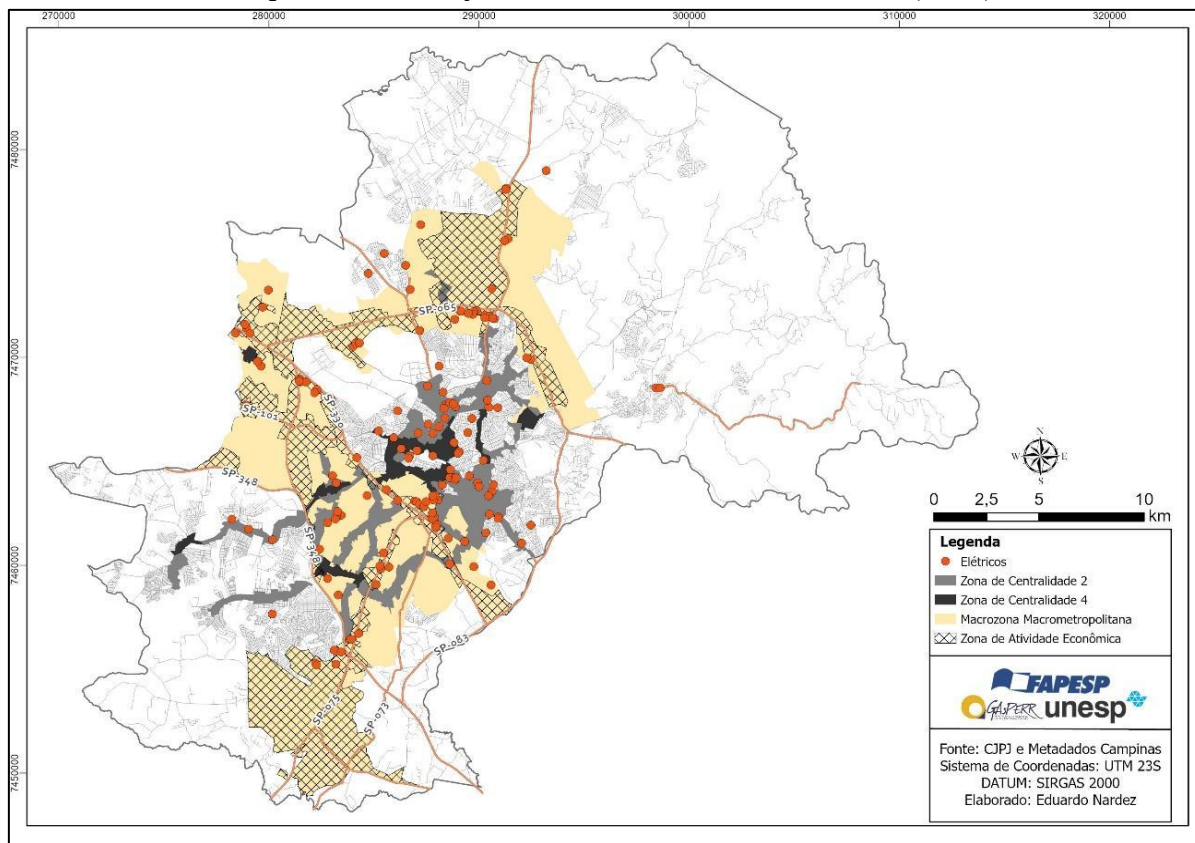
Fonte: Metadados Campinas

Entre os sistemas estruturadores, frisa as **zonas de uso** que contêm a **zona de centralidade e zona de atividade econômica**. A zona de centralidade 2 é reconhecida pelas áreas com predominância de usos não-residenciais e mistos com eixos de comércio e serviços e centros de bairros. A zona de centralidade 4 reconhece como centro principal e nós de centralidade relevantes na estrutura urbana de Campinas. A zona de atividade econômica voltada para usos industriais, logística e prestação de serviços industriais e aqueles ligados à ciência, tecnologia e informação (CAMPINAS, 2015).

A macrozona macrometropolitana é influenciada pelas principais **estruturas viárias** e atividades econômicas de abrangência macrometropolitana, nacional e internacional. Visa ao desenvolvimento econômico, priorizando usos de escala macrometropolitana, tais como aqueles ligados ao desenvolvimento tecnológico, pesquisa, educação, serviços, logística, atacadista e industrial (CAMPINAS, 2015). O sistema viário forma o principal condicionante da expansão urbana e industrial, visto a intensa e eficiente rede de rodovias que confirma o município de Campinas como uma centralidade regional. A localização das indústrias está nas concentrações que ficam nas rodovias Anhanguera (SP-330), Dom Pedro I (SP-065), Santos Dumont (SP-075) e Campinas-Mogi Mirim (SP-340).

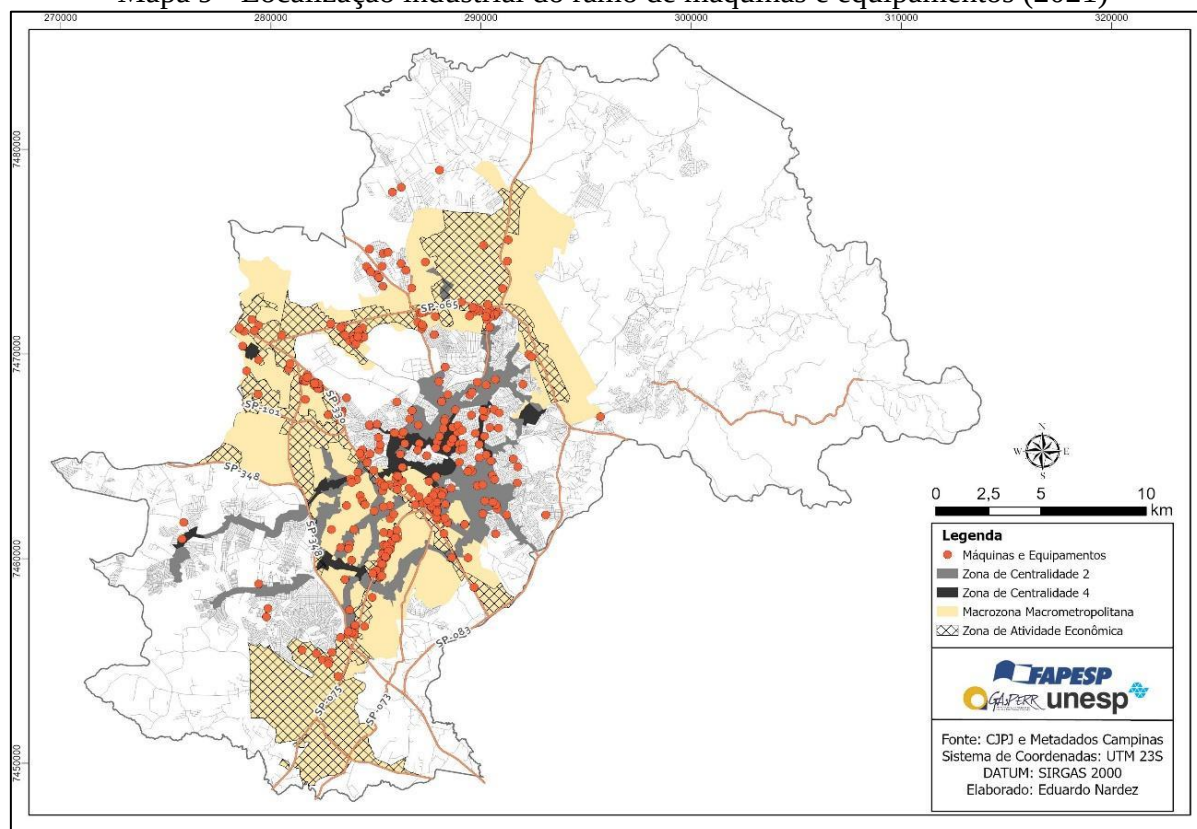
Pode encontrar nos mapas a seguir que mostram a localização das indústrias de alta e média alta tecnologia por ramo, percebendo que estão ao longo dos eixos rodoviários e fora dos centros urbanos, interligando a economia das cidades. Para ilustrar, considero os mapas 8 a 15 a concentração da localização se dá pelas rodovias principais, sendo a via Anhanguera (SP-330) identificada como o principal local de implantação industrial. A rodovia conecta os municípios de Vinhedo, Valinhos, Campinas, Sumaré, Nova Odessa e Americana, mantendo-se como a principal rota de desenvolvimento econômico da região. A Dom Pedro I (SP-065), que liga a Anhanguera sedia diversas empresas, como um polo de microeletrônica e indústrias de alta tecnologia.

Mapa 8 - Localização industrial do ramo de elétricos (2021)



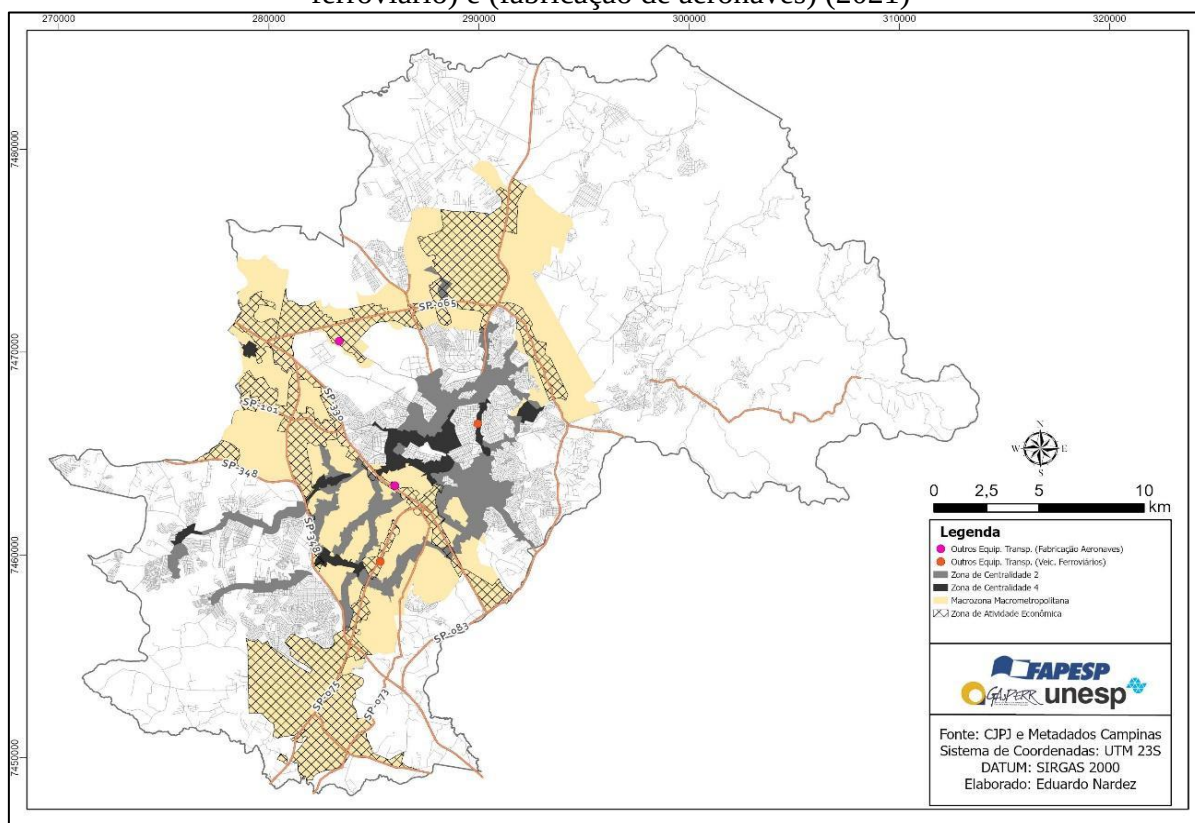
Fonte: Receita Federal e Metadados Campinas; **Org.:** Késia Anastácio Alves da Silva; Eduardo Nardez

Mapa 9 - Localização industrial do ramo de máquinas e equipamentos (2021)



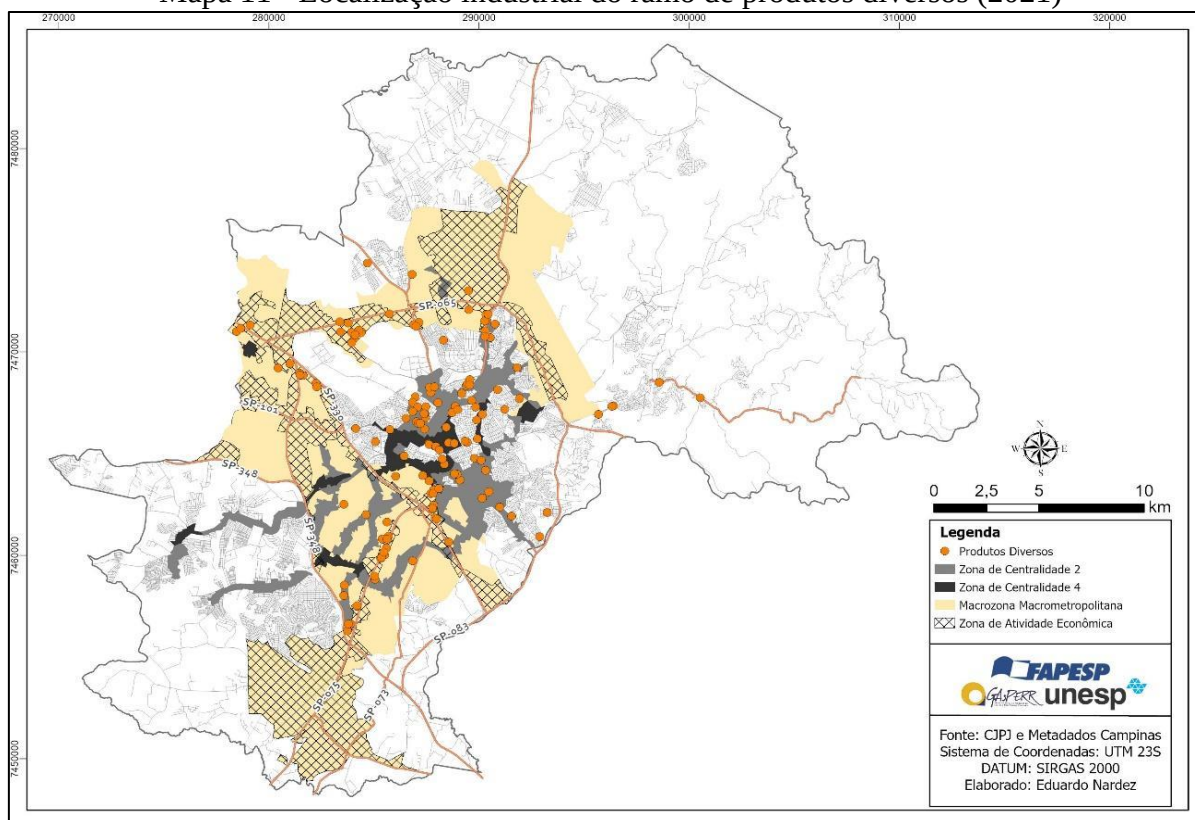
Fonte: Receita Federal e Metadados Campinas; **Org.:** Késia Anastácio Alves da Silva; Eduardo Nardez

Mapa 10 - Localização industrial do ramo de outros equipamentos de transporte (veículo ferroviário) e (fabricação de aeronaves) (2021)



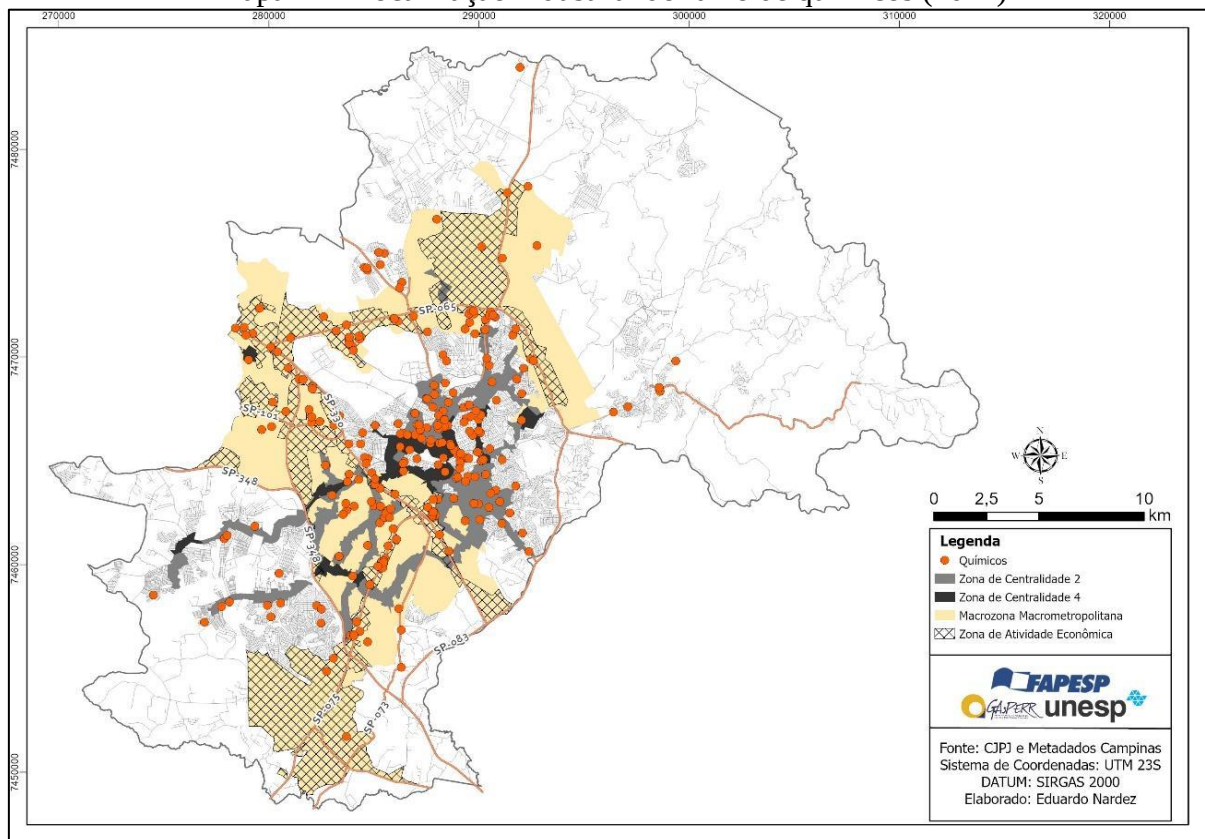
Fonte: Receita Federal e Metadados Campinas; **Org.:** Késia Anastácio Alves da Silva; Eduardo Nardez

Mapa 11 - Localização industrial do ramo de produtos diversos (2021)



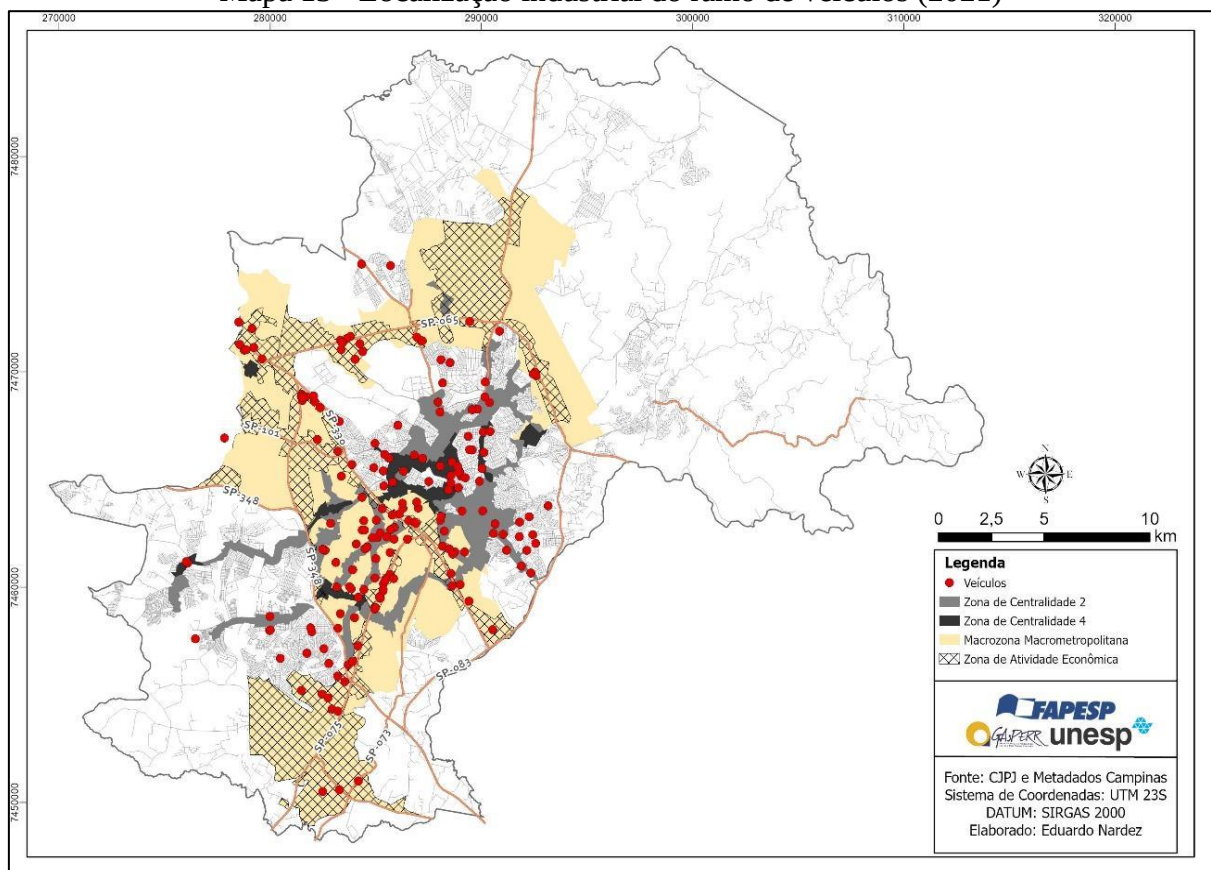
Fonte: Receita Federal e Metadados Campinas; **Org.:** Késia Anastácio Alves da Silva; Eduardo Nardez

Mapa 12 - Localização industrial do ramo de químicos (2021)



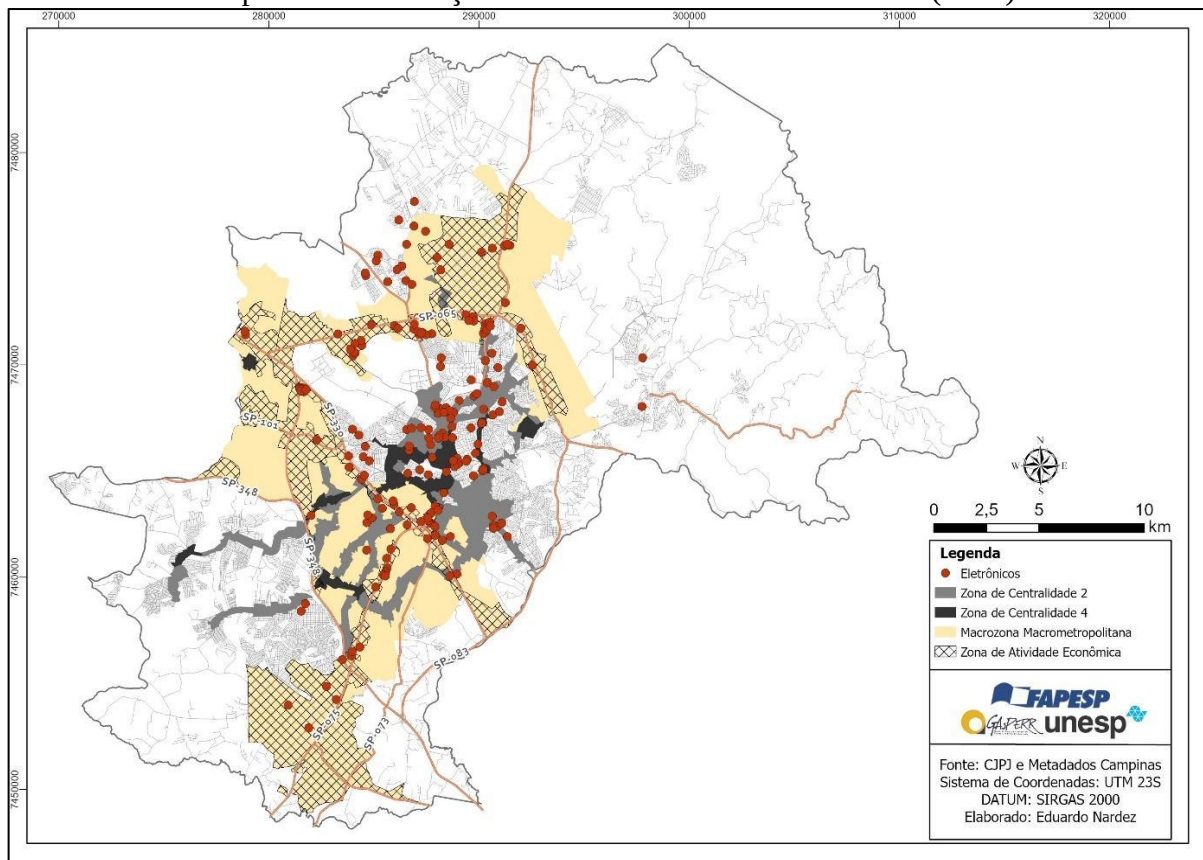
Fonte: Receita Federal e Metadados Campinas; **Org.:** Késia Anastácio Alves da Silva; Eduardo Nardez

Mapa 13 - Localização industrial do ramo de veículos (2021)



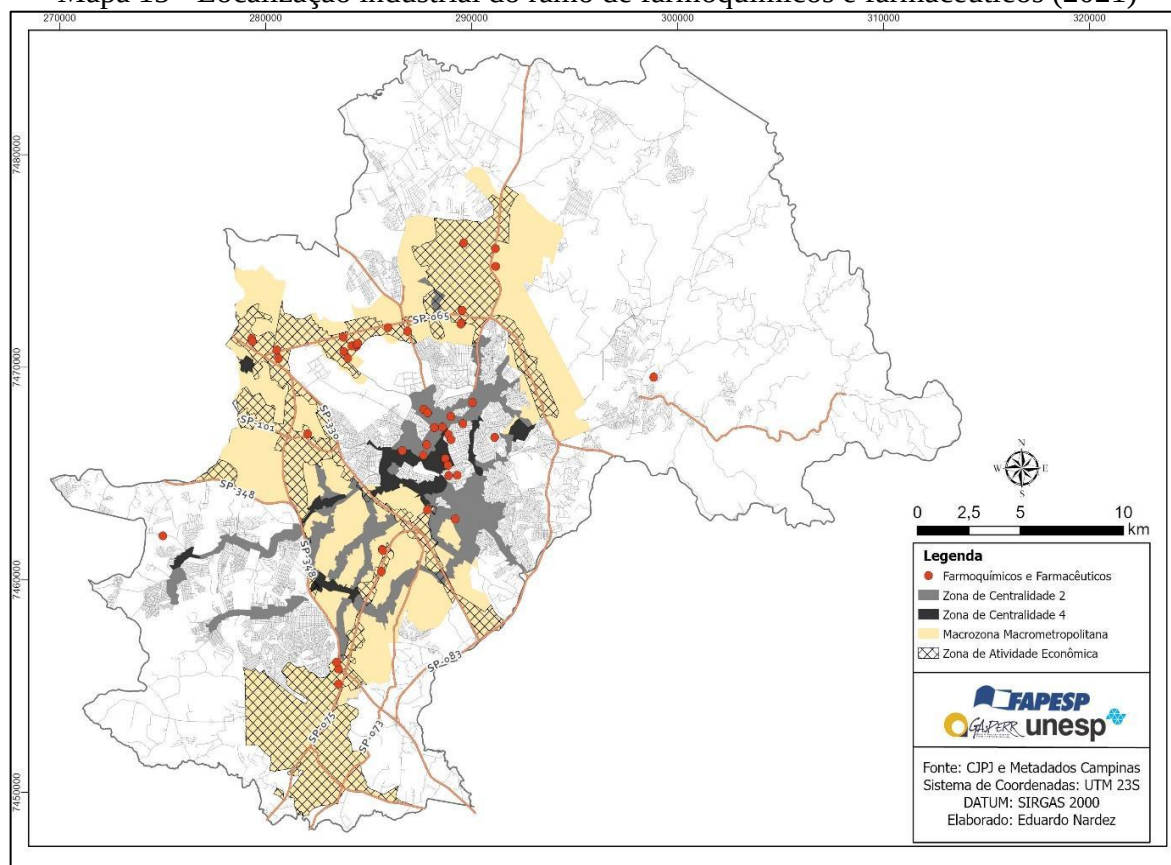
Fonte: Receita Federal e Metadados Campinas; **Org.:** Késia Anastácio Alves da Silva; Eduardo Nardez

Mapa 14 - Localização industrial do ramo de eletrônicos (2021)



Fonte: Receita Federal e Metadados Campinas
Org.: Késia Anastácio Alves da Silva; Eduardo Nardez

Mapa 15 - Localização industrial do ramo de farmoquímicos e farmacêuticos (2021)



Fonte: Receita Federal e Metadados Campinas; **Org.:** Késia Anastácio Alves da Silva; Eduardo Nardez

Na questão de empresas farmoquímicos e farmacêuticos, mapa 15, é inquestionável a participação do estado de São Paulo em relação à localização dessas empresas no território paulista. A concentração está notadamente em duas regiões, a RMSP e a RAC. Em campinas a maioria das empresas farmacêuticas está na rodovia Dom Pedro I (SP-065) entre as maiores empresas está Medley e a rodovia professor Zeferino Vaz (SP-332).

Quadro 9 - Setor farmacêutico em faturamento no Brasil

Classificação	Grupo Econômico	Propriedade	Localização (Sede adm., centros de distribuição e fábrica)
>= R\$ 3 BILHÕES	Sanofi/Medley/Genzyme	Internacional	Campinas
	MSD/Schering Plough	Internacional	Campinas
Entre R\$ 1 BILHÃO e R\$ 2 BILHÕES	Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos	Nacional	São Paulo, Cotia, Itapira e Campinas

Fonte: SEADE

Em termos de estrutura industrial, as empresas farmacêuticas frequentemente apresentam uma escala considerável, sendo muitas delas de grande porte e multinacionais. Em relação à distribuição de empregos no município de Campinas em 2017, as empresas farmacêuticas representaram 3%, totalizando 1.671 empregados. Um exemplo notável é a Medley, cuja unidade fabril está localizada entre as rodovias Dom Pedro I (SP-065) e Professor Zeferino Vaz (SP-332). Já a Organon, resultante de um *spin off* da MSD, encontra-se em Nova Soudas, próxima à rodovia José Bonifácio Coutinho Nogueira (SP-81). Trata-se de uma empresa global com 300 funcionários focado exclusivamente na saúde da mulher, com um portfólio de mais de 60 medicações em diversas áreas terapêuticas.

Ainda que a presença de setores industriais de alta tecnologia seja necessário para condição da transformação da indústria 4.0 na região apontados nos mapas. Não será suficiente se não tiver a presença de instituições científicas e de inovação tecnológica, este vai depender da presença de condições propícias de pessoas qualificadas juntamente com o tecido industrial (CAPELO e LENZI, 2021). O município de Campinas e sua região metropolitana são apontados como polo de produção tecnológica devido à grande concentração de centros de pesquisa e universidades públicas e privadas. Além disso, a região abriga cinco parques científicos e tecnológicos credenciados no Sistema Paulista de Parque Tecnológicos (SPtec), juntamente com 22 instituições científicas e tecnológicas (ICTs), que agem como facilitadoras para as atividades de P&D na relação universidade-empresa (quadro 10). Assim, atrai cada vez mais empresas interessadas em se beneficiar do ambiente propício para o conhecimento científico e de inovação tecnológica.

Precisa-se colocar foco em outros atores além das empresas, empreendedores e outros ativos do que o conhecimento e habilidades tecnológicas. Avanço na ideia de levar em conta universidades e institutos de pesquisa que são atores cruciais para influenciar a criação, desenvolvimento, transferência e utilização de tecnologias, bem como estão envolvidos na produção e coordenação do conhecimento e educação científica (DOLOREAU, 2002; HASSINK, ISAKSEN e TRIPPL, 2019.).

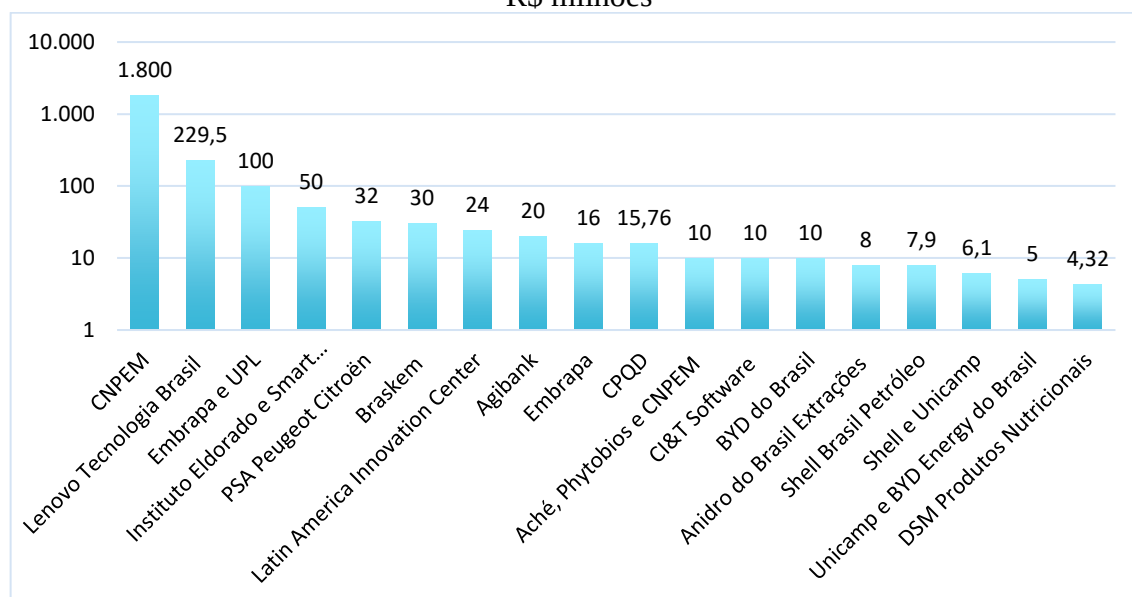
Quadro 10 - Universidades e Instituições científicas e de inovação tecnológica

Instituição	Fundação
Instituto Agrônômico (IAC)	1887
Instituto de Zootecnia (IZ)	1905
Instituto Biológico (IB)	1937

Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC Campinas)	1941
Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL)	1963
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	1965
Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI)	1967
Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD)	1976
Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI)	1982
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)	1982
Parque Tecnológico Techno Park	1990
Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM)	1997
Centro de Pesquisas Avançadas Wernher von Braun	1997
Instituto de Pesquisas Eldorado	1999
Inova Unicamp	2003
Parque Científico e Tecnológico da Unicamp	2008

Fonte: Baldoni (2014 apud AMARAL e FURTADO, 2014)

Gráfico 1 - Maiores investidores em P&D no município de Campinas entre 2012 e 2020, em R\$ milhões



Fonte: SEADE/PIESP

Org.: Eduardo Nardez

No gráfico 1, o maior dispêndio, em Campinas, anunciado foi de R\$ 1,8 bilhão do Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM), nos anos de 2014 a 2018. Foi ocasionado devido à instalação de um dos mais modernos aceleradores de partículas que faz parte do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron. A Lenovo⁹, em 2013, investiu R\$229,5 milhões no centro de P&D de *software* na Unicamp, com foco voltado para inovação em soluções de *softwares* corporativos e tecnologias para servidores de ponta, armazenamento de dados em nuvem. A parceria da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e *United Phosphorus Limited* (UPL), em 2016, de R\$100 milhões foi para produção de leguminosas. O Instituto de Pesquisa Eldorado e *Smart Modular Technologies*¹⁰, em 2017, lançou um laboratório para prototipagem de semicondutores com investimento de R\$50 milhões.

Os investimentos nos centros de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no estado de São Paulo entre 2012 e 2020, segundo Seade/PIESP (2021), registraram R\$6,1 bilhões anunciados pelos centros P&D. A Região Administrativa de Campinas registrou R\$3,3 bilhões, ou seja, mais da metade desse recurso com a concentração no município de Campinas de R\$2,4 bilhões. A Região Metropolitana totalizou R\$2,2 bilhões, com destaque para a capital paulista com R\$1,9 bilhão (SEADE, 2021).

Para complementar o ambiente industrial e inovador, encontra-se o Aeroporto Internacional de Viracopos. O mapa 16 tem o objetivo de demonstrar a importância do transporte aéreo de cargas de Viracopos que apresenta vantagem de compor transporte de mercadorias de alto valor agregado com rapidez e segurança. Demonstra como a infraestrutura de transporte aéreo de cargas atua como um catalisador o desenvolvimento e escolha para localização das indústrias de alta e média alta tecnologia, conectando Campinas a redes globais de inovação por permitir que as empresas contem com uma logística ágil e eficiente.

Segundo dados divulgados pelo aeroporto, em 2021, encerrou o ano com recorde histórico de movimentação de carga (em peso). O aeroporto processou um total de 364,3 mil toneladas de carga, somando as áreas de importação, exportação, remessas expressas e cargas nacionais. Entre os segmentos em destaque estão os de tecnologia, farmacêutico, químico, metalmecânico, vestuário, calçados, frutas e autopeças (VIRACOPOS, 2021). Os segmentos

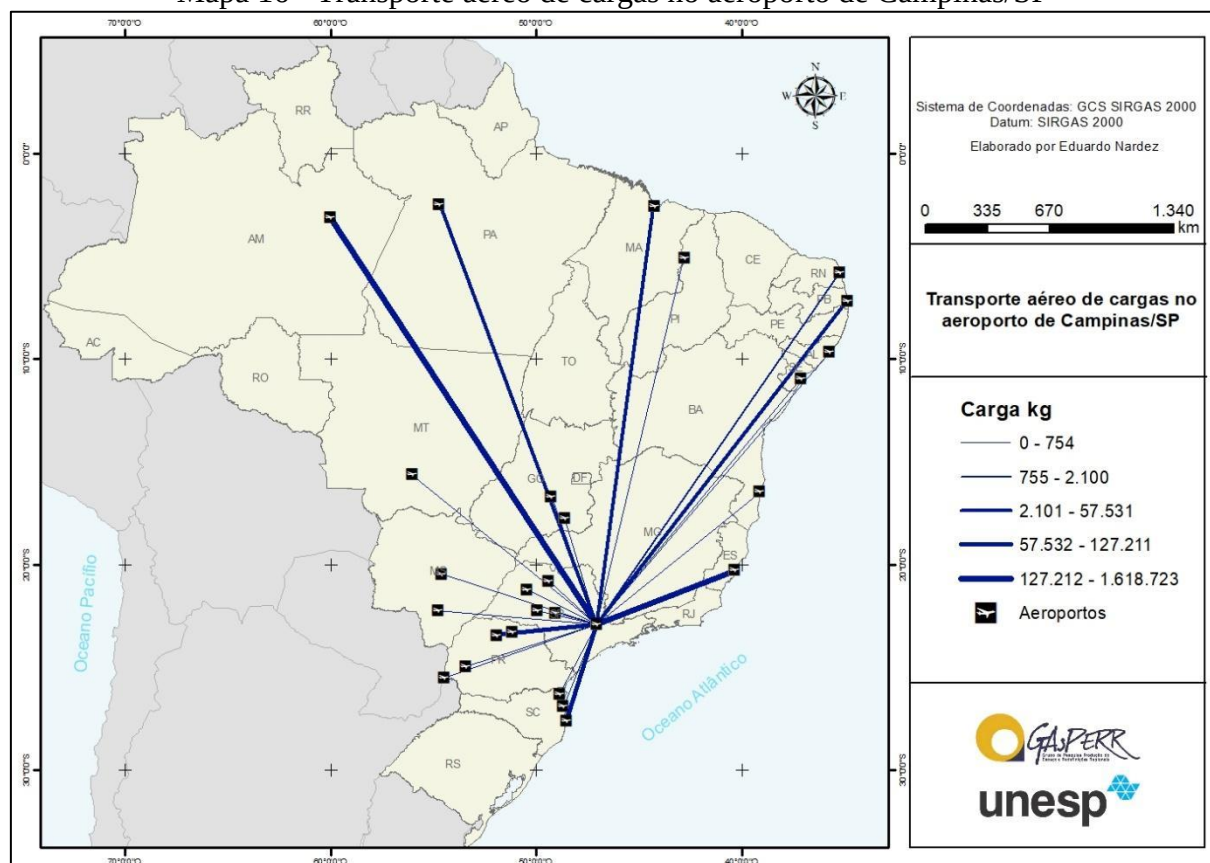
⁹ EXAME. Lenovo investe US\$100 mi em centro de pesquisa no Brasil. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/lenovo-investe-us-100-mi-em-centro-de-pesquisa-no-brasil/>. Acesso em: 30 de abril de 2023

¹⁰ ELDORADO. **Inauguração Laboratório Prototipagem**. Disponível em: <https://www.eldorado.org.br/noticia/inauguracao-laboratorio-prototipagem/>. Acesso em: 30 de abril de 2023.

destacados são mercadorias de entrega rígida e periodicidade de urgência como peças de reposição, produtos e instrumentos médicos, amostras relativas à saúde, documentos, produtos perecíveis (flores, frutas, peixes), artigos de moda (CAPPA, 2010).

O aeroporto cria um ambiente importante para empresas utilizarem o transporte aéreo e os centros logísticos como logística integrada às suas operações industriais. As grandes empresas procuram organizar seus processos produtivos e de comercialização de mercadorias pela necessidade de reações rápidas e flexíveis, e necessitam de trocas de mercadorias com escala de produção e rapidez, assim a logística passa a fazer parte das estratégias empresariais para o processo de inovação e produção, projetando Viracopos e Campinas como porta de conexão para o comércio nacional e internacional (CAPPA, SPERACINI e CUNHA, 2017; CAPPA, 2010).

Mapa 16 - Transporte aéreo de cargas no aeroporto de Campinas/SP



Fonte: Seade

Org.: Eduardo Nardez

Balland e Boschma (2021), e Ciffolilli e Muscio (2018) mostraram, em estudos na Europa, que alguns países têm maior potencial para a futura participação da I4.0, evidenciando disparidades dentro da União Europeia. Especificamente na Alemanha, as regiões de Baden Württemberg, Berlim, Baviera (ao sul) e Renânia-Vestfália (ao norte) apresentam maior

potencial, assim como a França nas regiões de Rhône-Alpes e Île-de-France, seguidas por Östra Mellansverige e Outer London, e a região italiana da Lombardia. Essas regiões demonstram potencial para algumas tecnologias e baixo potencial para outras. Por exemplo, as regiões alemãs têm uma avaliação alta para veículos autônomos, mas baixa para segurança cibernética, já que são duas tecnologias muito diferentes e posicionadas distantes uma da outra no espaço do conhecimento. Enquanto isso, o leste e o sul da Europa participam apenas de forma limitada no processo.

Posso dizer que, no Brasil, veremos regiões com diferentes potencialidades para produção do conhecimento nas I4.0. O que mostra que as políticas públicas precisam atuar para desenvolver potenciais específicos de cada região, mas que sejam adaptadas à região e orientadas com recursos direcionados aos setores, tecnologias e atividades que ofereçam à região a melhor ou a mais realista oportunidade de moldar uma nova trajetória para sua economia e indústria. Pois os esforços podem ser mais eficazes quando projetados considerando as diferenças na aplicabilidade das tecnologias I4.0 específicas das regiões (BALLAND e BOSCHMA, 2021; CIFFOLILLI e MUSCIO, 2018).

Por ser uma atividade que está em marcha, posso adiantar breves considerações, por exemplo, embora a estrutura regional de Campinas seja um fator importante para indústria, existe uma dificuldade para identificar os atuais impactos, tanto das políticas públicas como da inserção da I4.0 na região para a capacidade de adaptação a novas e futuras oportunidades. Essa dificuldade ocorre também para o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), que disseram não ter qualificação/capacitação para fazer a medição, mas afirmaram que nas reuniões que participam com outras 18 unidades de pesquisa do MCTI estão discutindo em como fazer o levantamento do impacto na economia de forma padronizada.

Entende-se, então, que é difícil contabilizar de forma quantitativa e qualitativamente os impactos criados pela indústria 4.0. Outra questão são os impactos da indústria 4.0 nas regiões, que ainda são controversos e não há uma compreensão clara dos impactos positivos e negativos em relação a ela. Como afirma Hilpert (2021), os impactos podem ser diferentes e amplamente variados de acordo com a diversidade de contextos regionais e setoriais nos quais essas novas tecnologias podem ser aplicadas e integradas. Como vou demonstrar, novas regiões com uma base forte podem atrair capacidades econômicas para a I4.0, visto que as regiões não precisam estar diretamente relacionadas à manufatura para agregar valor e obter sucesso econômico. Noto isso com o Nordeste e o Centro-Oeste, que têm mostrado desenvolvimento para tecnologias da I4.0 (SANTOS, 2023). Para dar continuidade na pesquisa, no contexto

apresentado, apresento, a seguir, os resultados de três entrevistas realizadas durante o trabalho de campo no município de Campinas, que apresentam múltiplas coalizões de atores públicos e privados, para impulsionar o desenvolvimento de novos caminhos.

4.1.1. Parque Científico e Tecnológico da Unicamp

O Parque Científico e Tecnológico da Unicamp é credenciado na Rede Paulista de Incubadoras de empresas de base tecnológica (RPITec) e foi certificada como Centro de Referência para Apoio a Novos Empreendimentos (CERNE) uma certificação emitida pela Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (ANPROTEC) que estabelece boas práticas para incubadoras e desenvolvimento de base inovadora. Segue os cinco eixos do CERNE: perfil do empreendedor, produto, capital, mercado e gestão. Monitora as empresas da incubadora no aspecto de capital, considerando investimentos e fomento. Na gestão, leva em conta a contabilidade e as finanças no mercado. O parque adapta a aplicação dessas práticas, já que o CERNE não é uma imposição, mas sim um conjunto de boas práticas, aplicam da forma que faz mais sentido para o parque.

Segundo a coordenadora, o objetivo do parque é exatamente conectar empresas à universidade para que elas se envolvam em pesquisas conjuntas e interajam com os pesquisadores e professores, seja por meio de pesquisa, seja contratando alunos, ex-alunos e estagiários. Grande parte das empresas tem convênio de pesquisa com a universidade, no caso das incubadoras, muitas delas são oriundas de alunos e ex-alunos que vieram do laboratório da universidade. Eles já chegam com o convênio de pesquisa estabelecido e com esse contato, e o parque formaliza essa relação. A importância de as empresas estarem próximas à universidade é a existência de mão de obra (34% das pessoas empregadas nas empresas são alunos e ex-alunos da Unicamp).

O principal valor para a empresa estar dentro do parque é a proximidade com a universidade, que possibilita o desenvolvimento de suas pesquisas tecnológicas e inovações. Na medida em que a empresa tem interesse em determinada área de pesquisa, o parque conecta a empresa com as áreas de parceria da Inova. Fazendo uma prospecção das áreas de interesse da empresa e identifica quais professores e pesquisadores teriam interesse em desenvolver um projeto conjunto de pesquisa, dessa forma, o parque apoia, então, a elaboração do convênio de pesquisa.

O parque apoia todas as empresas que estão no parque no desenvolvimento de convênios de pesquisa com a universidade. Aceita empreendedores de qualquer lugar, não sendo

exclusivas para alunos da Unicamp, apenas precisam ser de base tecnológica. Tanto a incubadora ¹¹quanto as *startups* ¹²devem apresentar alguma inovação ou diferencial que tenha contribuição. Uma parte boa está nos espaços que é laboratório, ficando 30 na incubadora, 23 startups e 7 laboratórios de grandes empresas. A presença maior de incubadoras no parque se dá por ter empresas de fora que atendem virtualmente, o que permite que tenham mais empresas incubadas.

Os ramos empresariais que o parque atende abrangem todas as áreas do conhecimento, sem restringir nenhum setor industrial. Há empresas de todos os setores e de todos os tipos às vezes, há mais empresas de um setor do que de outro, mas isso não ocorre por restrição do parque; aceitam todos os tipos de setores econômicos, sendo bem variados, com apenas uma tendência maior em certas épocas. Encontra-se empresas de saúde, energia, TI, biotecnologia, alimentos e agritechs.

Hoje, se observarmos as empresas no parque, 33% são de TI e os outros 66% são bem mesclados. A região acaba tendo essa vocação, pois havia a Telebras, de onde originou o CPQD, mas a Unicamp não se limita apenas a essa área. **A universidade é muito forte em inteligência artificial, alimentos e química, mas o parque não tem uma vocação setorial específica.** A maior parte das empresas que buscam o parque está localizada na região de Campinas e no estado de São Paulo. No entanto, a Globo, por exemplo, veio do Rio de Janeiro, isso quer dizer que, não há um limite geográfico estrito. **Aceitam muitas instituições, principalmente de pesquisa e ensino, de outros estados, talvez as empresas sejam mais localizadas.** Mas no caso das instituições de ensino e pesquisa que desejam colaborar, recebem pessoas de todo o Brasil.

O porte das empresas que procuram o parque varia desde pequenas, médias, grandes, nacionais e internacionais, sendo bem diversificado. Na Unicamp, há uma variedade, inclusive de licenciamentos, que são para pequenas e médias empresas nacionais da região, não apenas para multinacionais. Temos exemplos como Cargill, Samsung e Petrobras, mas também *spinoffs* da Unicamp, como o laboratório Cristália, que é um laboratório farmacêutico nacional, portanto, há uma grande variedade de empresas.

Para atender à demanda dessas empresas para a formação, capacitação e qualificação trabalham com três editais. O primeiro é o edital de laboratório de P&D, destinado a empresas

¹¹ No parque há pessoas que entram ainda na fase de ideia ou de projeto, o parque ajuda a montar o modelo de negócio.

¹² É uma empresa incubada que já graduou, possui um produto e continua no parque, ou é uma empresa que vem de fora, mas que já passou pela fase de incubação, ou que já começou a desenvolver negócios. Embora ainda esteja se estruturando, já tem um produto.

já estabelecidas no mercado que desejam ter seu laboratório de pesquisa dentro do parque. Para participar desse edital, é obrigatório ter um convênio de pesquisa, e a empresa pode permanecer no parque por até 10 anos. O segundo edital é para *startups*, destinado a empresas que estão começando, mas que já têm um produto no mercado. Por fim, o edital de incubadoras.

Essa parte de formação, capacitação e qualificação é oferecida de forma mais estruturada e sistemática apenas para as empresas que estão na incubadora. As *startups* que estão em outro edital que têm direito ao espaço físico e apenas ocupam uma sala, sem fazer parte do programa completo. Elas podem participar de alguns eventos e palestras que abrem para as *startups*, mas não recebem acompanhamento e monitoramento sistemático para avaliar seu progresso e oferecer redirecionamento ou apoio. Esse apoio é feito exclusivamente com as empresas incubadas que são acompanhadas com reuniões para entender o que está acontecendo com o desenvolvimento dos negócios, dos produtos e a saúde financeira da empresa. Ou seja, verificam como está o processo de criação da empresa e sua entrada no mercado. Esse acompanhamento é feito em um ciclo de três anos.

Busca se envolver *startups*, incubadoras e investidores para o desenvolvimento e aplicação de conhecimento em inovação por meio de eventos, trazem consultores e mentores, promovemos atividades de *networking* para que as pessoas possam interagir e se desenvolver. Por exemplo, no dia 03 a 07 de junho, receberam a visita da Globo e da empresa DSM, que vieram ao parque em busca de soluções de inteligência artificial. Portanto, o parque envolve e articula com o setor privado aproximando empresas que tem demanda por algumas soluções tecnológica e que de repente as empresas do instaladas possam resolver, como foi a visita da Globo.

Assim, acolhe as empresas, convoca as *startups* que têm soluções adequadas para atender essas demandas, explica como funcionam as parcerias e oferece oportunidades para que essas *startups* façam um *pitch*. Essa é uma forma de conectar as empresas do parque com aquelas de fora, além de promover a interação entre as próprias empresas já instaladas. Muitas vezes, uma empresa pode ser fornecedora, cliente ou parceira da outra. Essa interação acontece de maneira orgânica, pois trabalham lado a lado, organizam eventos sobre diversos temas para facilitar essas conexões.

Outra iniciativa do parque é o papel dos agentes locais e extra-locais com realização de visitas técnicas aos parceiros da região e até mesmo em São Paulo. Visitam-se várias unidades do Senai, com objetivo de identificar interesses comuns e desenvolver novas tecnológicas e projetos em conjuntos. Visitam outras instituições, como o Instituto de Tecnologia de Campinas

(FIT), o Instituto Von Braun, o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), o Instituto Biológico e diversas unidades do Senai.

As empresas recebem apoio por meio de diversos editais e programas, como a Lei da Informática, PIPE, EMBRAPPI e Finep. O parque científico identifica, divulga e orienta sobre linhas de fomento e processos de submissão. Por exemplo, no caso do PIPE, fornecem conselhos sobre orçamento e a categoria mais adequada, além de orientações sobre modelos de negócio exigidos pela FAPESP. Também divulgam e apoiam programas de fomento do SEBRAE, incluindo o SEBRAE For Startups, incentivando as empresas a participar de seus programas de aceleração.

Se essas empresas desenvolverem alguma propriedade intelectual, como um programa de computador ou qualquer outra inovação que possa ser protegida, a Inova apoia na redação da patente e na gestão do portfólio de patentes geradas, bem como na licença dessas tecnologias para que as empresas possam utilizá-las em parceria com a universidade. Além disso, tem o convênio com o INPI, onde oferecem mentorias sobre marcas, registro de marcas e registro de propriedade intelectual diretamente para as empresas. O parque criou uma trilha do conhecimento com dois meses de treinamento oferecida pelo INPI, onde as empresas precisavam se cadastrar na plataforma. Durante um mês, houve aulas *online* sobre propriedade intelectual, seguidas por aulas presenciais com a equipe da Inova, abordando temas como busca de patentes, negociação de tecnologia e como montar um modelo de negócio baseado em uma tecnologia.

Nos que diz respeito às parcerias, o parque da Unicamp ultrapassa a escala nacional, conectando-o com parques internacionais, com uma forte parceria com a Universidade de Barcelona. Desde o ano passado, estão associados à *International Association of Science Parks and Areas of Innovation* (IASP), que é a associação internacional de parques científicos e tecnológicos. Embora ainda estejam no início dessa associação, estão explorando todas as oportunidades que ela oferece. Esta parceria é uma maneira de dar visibilidade ao parque e às empresas presentes para outros parques e incubadoras ao redor do mundo.

Sobre o tema da indústria 4.0, o parque se conecta com o Senai, onde há um programa de transformação digital em que levam a questão da indústria 4.0 para dentro das empresas, tem se divulgado esse programa do Senai para as empresas, mas isso vai ter um certo limite, porque a empresa precisa ter um CNAE industrial, ou seja, tem toda uma especificidade e que nem as empresas no parque vão ter o CNAE, ou estar nesse nível. **O parque não vai ter uma ação direta explícita de apoio e diretrizes para indústria 4.0, entende-se mais uma iniciativa das**

empresas, mas na medida que o parque identifica editais, ou programas do tema da indústria 4.0 é divulgado para as empresas.

Para exemplificar algumas das tecnologias presentes no parque nas áreas da indústria 4.0, destacam-se as da **impressão 3D**. Atualmente, há uma empresa instalada no parque e uma segunda está em processo de instalação. A empresa já estabelecida **593iCan**, é notável por suas soluções em manufatura aditiva, especificamente na impressão de produtos para a área da saúde. A nova empresa, **AutoCoat**, está desenvolvendo um programa para modelagem de projetos de impressão 3D, apesar de estar em um estágio inicial de nanoeletrônica, atendem ao setor de manufatura de células de bateria. Na **inteligência artificial**, há cinco empresas atuando no parque, considerando a **Diletta Solutions**, um software *house* que desenvolve soluções específicas em IA, e a InMetrics, uma empresa de consultoria tecnológica que integra IA em seus serviços. A **InMetrics** possui um laboratório chamado LIEV, dedicado ao desenvolvimento de ferramentas de IA, realizam exclusivamente em parceria com a universidade. Essas parcerias são fundamentais, pois as empresas reconhecem que não conseguem se desenvolver sozinhas. A **Semantix**, uma empresa com 10 anos de existência, começou como uma *startup* em São Paulo que desde o início, seu objetivo era estar inserida em um parque científico para desenvolver pesquisas junto com a universidade, sendo hoje uma empresa global e líder de mercado na área de big data e IA.

Em relação à **Internet das Coisas (IoT)**, o parque abriga três empresas: **OneRF Networks**, que trabalha com conectividade e Internet das Coisas Industrial (IIoT), e **COGNITEC**, que desenvolve soluções e produtos por meio de interconexão, monitoramento, análise de dados e tecnologia de redes sem fio aplicados ao campo da IoT. Além disso, a **Homebook Smart Portaria** oferece inovações disruptivas para portarias remotas robotizadas em condomínios residenciais e corporativos, automatizando serviços para controle e liberação de acessos e monitoramento à distância da segurança perimetral.

Para contribuir com as empresas para capacitar alunos existe o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (PIBITI), que não tem um foco exclusivo na Indústria 4.0, mas sim em Iniciação Científica (IC). As universidades têm programas de IC, como o PIBITI e o PIBIC do CNPq. O PIBIT permite que os projetos sejam um pouco mais aplicados. Como todo ano a universidade abre edital para bolsas, o parque perguntou às empresas incubadas se elas desejavam bolsistas PIBITI. As empresas, então, elaboraram projetos de pesquisa, divulgados pelo parque, e os alunos se candidataram para desenvolver esses projetos nas empresas. Com isso, o PIBITI, que é mais aplicado, abrange

diversas áreas: há alunos desenvolvendo planos de *marketing* para empresas e outros apoiando o desenvolvimento de inteligência artificial, isso constitui uma forma de oferta de iniciação e aperfeiçoamento técnico.

Portanto, com base na experiência da coordenadora as tecnologias que teriam maior potencial relacionadas à indústria 4.0 para se destacar na cidade seria a inteligência artificial, onde a Unicamp é muito forte com o professor Anderson Rocha do Instituto de Computação, sendo referência internacional. Menciona dois laboratórios interativos no Instituto de Computação da Unicamp, um deles é um Hub de Inteligência Artificial e Arquiteturas Cognitivas, em parceria com o Instituto Eldorado, que desenvolve pesquisas para ampliar a capacidade cognitiva e de tomada de decisões de dispositivos móveis, como tablets e celulares. O outro é um Hub de Inteligência Artificial para Saúde e Bem-Estar, em parceria com a Samsung, que tem como objetivo promover pesquisas disruptivas em IA para a saúde e bem-estar, focando em aplicações tecnológicas de monitoração contínua da saúde de indivíduos através de dispositivos vestíveis.

O Brasil para se afastar do colonialismo tecnológico e se reposicionar na Divisão Internacional do Trabalho seria necessário desenvolver mais para ter mais independência nas áreas de *hardwares* e semicondutores. São áreas que perdemos o bonde de ser líder e seria muito importante ter essa retomada que vem acontecendo segundo a coordenadora.

4.1.2. Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI)

Na gestão de 2019-2022 o CTI reestruturou com ações seguindo as tendências e necessidades de desenvolvimento do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. As atividades do CTI na gestão do diretor têm o foco em quatro rotas tecnológicas: Tecnologias para a indústria 4.0; Tecnologias Avançadas para a Saúde; Tecnologias para Governo e Transformação Digital e Tecnologias Habilitadoras.

No entanto, como será apresentado, observa-se que a I4.0 é uma área em que o CTI tem atuado menos entre as quatro rotas tecnológicas. Mas muitas das tecnologias recebem o apoio da I4.0, e a sua atuação tem direcionado na área da saúde, como a produção aditiva. O CTI fornece orientação às empresas por meio de consultoria, englobando desde o desenvolvimento de tecnologias a partir de processos e protótipos até o campo da biofabricação, onde o CTI é uma referência internacional.

Na indústria de próteses médicas, o CTI tem se dedicado a apoiar o desenvolvimento nacional nessa área, reconhecendo-a como um produto de destaque mundial. Ressalta ainda a importância que não podemos demorar para desenvolver o setor de próteses, a fim de evitar que

o Brasil fique em condições de atraso nesse campo. As próteses customizadas, uma vez que cada indivíduo possui uma anatomia única, desponta como foco atual. Dessa forma, a tecnologia 3D tem se mostrado muito promissora na impressão de próteses. A impressão 3D surge da associação de *software* no desenvolvimento de modelagens e biomodelo computacional, o que promete tornar a fabricação e a manutenção de peças mais fáceis e baratas. Conforme CTI (2020), são tecnologias que consistem na fabricação de peças por impressoras 3D, que sobrepõem, uma a uma, finas camadas de material (plástico, metal, ligas metálicas etc.), a partir de um desenho digital com auxílio de *softwares* de modelagem tridimensional.

O Centro tem buscado, ainda, explorar ferramentas comerciais, como a simulação computacional e o *design* de projetos mecânicos, levando em consideração a anatomia humana, especialmente na área médica. Além disso, há uma abordagem em ferramentas computacionais para circuitos integrados, abrangendo tanto o design quanto a simulação. Existem grupos de pesquisa desenvolvendo circuitos integrados resistentes à radiação, com protótipos que têm potencial para serem usados no espaço, oferecendo uma vida útil maior em comparação com a eletrônica atualmente embarcada em satélites.

A ideia do diretor – durante o período de realização da entrevista – é desenvolver a área de tecnologias virtuais, como gêmeos digitais e realidade virtual. Ele tem se empenhado bastante nisso, buscando estabelecer um laboratório dedicado, com a tendência das empresas em trazer suas ferramentas para utilização no CTI. O objetivo é integrar essas tecnologias e, em algum momento, oferecer como uma solução integrada para a indústria. Além disso, o CTI visa disponibilizar essas ferramentas para pesquisas universitárias, possibilitando que os alunos realizem trabalhos colaborativos no CTI. Há, também, interesse em explorar novas áreas, como a biofabricação, por exemplo, com a aplicação de simulação computacional em tecidos ou componentes biológicos.

Em relação à oferta de cursos de iniciação, de aperfeiçoamento, técnicos e de pós-graduação para capacitar profissionais a atuarem no ambiente da economia 4.0, o CTI tem foco na qualificação de pessoas e estabelece programas de pós-doutorado. Observa que a maioria dos participantes dos programas de qualificação acabam criando suas próprias empresas. Nos últimos anos, diversas empresas, como *startups*, nasceram a partir dos programas de capacitação. Por exemplo, há pessoas que fundaram duas *startups* na área de biofabricação, as quais colaboram com empresas como a Natura na produção de tecidos para testes de cosméticos. A biofabricação, no fundo, é uma área tecnológica que mistura biotecnologia e

produção para uma indústria não convencional, ou seja, produção de tecidos vivos e tecidos para o desenvolvimento de drogas etc.

Na rota de Tecnologias Habilitadoras, a instituição tem parceria com a indústria *BYD Energy*, empresa chinesa com projetos na área de desenvolvimento de células *tandem*, ou seja, células solares para a melhoria no desempenho da produtividade dessas células. Segundo o diretor, a produtividade das células, hoje, está em torno de 20%, mas a parceria da empresa com o centro busca chegar a uma produtividade de 30%.

Na área de Tecnologias para o Governo Digital, colabora com o MCTI na elaboração de políticas públicas para cidades inteligentes, desenvolvendo critérios de avaliação que permitam determinar o posicionamento dos municípios em um *ranking* das cidades inteligentes. Ainda no âmbito do Governo Digital, também há contribuições para qualificação eletrônica e microeletrônica dos componentes e placas das urnas eletrônicas. O Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer recebe as urnas de forma sigilosa, e sua equipe realiza um trabalho minucioso de análise para identificar problemas de funcionamento das urnas. Ressaltamos que essa avaliação não envolve análise de segurança das urnas eletrônicas, mas sim o caso de ligar a máquina e a não iniciar, devido aos componentes estarem queimados. Por se tratar de uma aquisição bilionária e por as urnas ficarem paradas a cada dois anos, a qualificação de funcionamento se torna importante para que o investimento do Estado brasileiro não tenha prejuízo. Atualmente, as urnas eletrônicas são produzidas pela empresa brasileira Positivo, empresa que mantém uma fábrica na Amazônia dedicada à fabricação dessas urnas, a qual foi visitada pelo CTI para observar o processo de produção. Enfatiza que o local se destaca por sua capacidade de atender às rigorosas exigências que as urnas exigem, e para cumprir com os padrões da indústria 4.0 e o papel de uma empresa brasileira para o crescimento da produção nacional.

O papel do CTI envolve destrinchar esse produto (urna) da indústria 4.0 para avaliar a sua qualidade, identificar possíveis problemas e calcular as probabilidades de falhar no futuro. Conforme explica o diretor, essa ação é uma demanda do Tribunal Superior Eleitoral (TSE), realizada por meio de acordos de cooperação que vêm sendo firmados ao longo dos anos anteriores, começando um próximo acordo, que abrange o período de 2025, que está em andamento.

Os impactos do CTI não se limitam apenas à escala regional, mas têm alcance nacional e internacional, com definida força na área de saúde e no campo de tecnologias 3D. Assim, tanto na escala regional, nacional e internacional há estudos baseados na manufatura aditiva

com simulações computacionais (simulações estáticas, dinâmicas dos fluidos etc.) para a área médica. Tem acordos de cooperação com empresas que fornecem ferramentas gratuitas para o uso na área médica, além disso, existem propostas em andamento para impressão de medicamentos 3D, em parceria com a Fiocruz, especialmente para doenças negligenciadas que ocorrem nas regiões amazônicas, onde uma pessoa com uma pequena impressora pode fazer uma dosagem exata para um paciente. O Ministério da Saúde na área médica tem forte atuação na criação de núcleos regionais de tecnologias 3D com apoio do CTI no treinamento para todo o país.

O quadro 11 demonstra que os grupos de pesquisa do CTI têm estabelecido parcerias com universidades, centros de ciência e tecnologia, instituições públicas, privadas e de fomento, países etc., devido à ajuda mútua que tem resultado em trabalhos de qualidade, beneficiando-se da massa crítica e da sólida formação oferecida pelas instituições acadêmicas e institutos nacionais de ciência e tecnologia e projetos da FAPESP. Recentemente, houve conversas com o CTI e a Unesp de Guaratinguetá para a submissão de um projeto conjunto, que contará com a participação de uma comitiva da Holanda na área de biomateriais. Como não existem programas de desenvolvimento tecnológico, o CTI tem buscado oportunidades de desenvolvimento tecnológico por meio de editais, como a cooperação com a Holanda. Nesse sentido, estabeleceram parcerias com dois grupos diferentes: um grupo de Eindhoven e outro de Maastricht.

Quadro 11 - Lista de projetos de PD&I executados pelo CTI

Título recurso	Parcerias
Aplicação de Robô Social em Interação com Crianças nos Casos de Mutismo Seletivo e Fobia Social	FAPESP
Bioimpressão 4D: biotintas	FAPESP / Universidad Simón Bolívar (USB) - Venezuela
Biomodelagem aplicada ao estudo e desenvolvimento de dispositivos biomédicos: design e biomateriais	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Biofabricação (INCT BIOFABRIS) / Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) / Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Células solares de perovskita para fotossíntese artificial	Centro de Inovação em Novas Energias (CINE) / FAPESP
Circuitos Integrados Tolerantes à Radiação (CITAR)	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) / Instituto de Estudos Avançados da Aeronáutica (IEAv) / Universidade de São Paulo (USP)/ Centro Universitário FEI / Instituto Mauá de Tecnologia (IMT)
Cranioplastia por meio de Processamento de imagens médicas e manufatura aditiva	Centro de Desenvolvimento Tecnológico em Saúde (CDTS) da Fundação Osvaldo Cruz (Fiocruz) / Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO)
CTI-Nano (nanodispositivos-nanossistemas eletrônicos e fotônicos)	CNPq
Desenvolvimento de dispositivos fotônicos integrados em silício no Brasil	CNPq
Desenvolvimento de Filtros Ópticos Sintonizáveis	CNPq / países do BRICS
Desenvolvimento de Novos Materiais para Impressão 3D de Próteses Buco-Maxilo-Faciais Multifuncionais Customizadas Utilizando Ferramentas da Saúde 4.0	Universidade Federal do ABC (UFABC) / FINEP/ Vetra / Bio.inn / BioEdtech

Desenvolvimento de sensores baseados em tecnologia de ondas acústicas superficiais - Sensores Especiais	CNPq
Desenvolvimento de teste rápido e portátil para detecção de doenças infecciosas	SibratecNano / Laboratório VistoBio Ltda.
DUNE - Deep Underground Neutrino Experiment	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
DynaWeb: Evolução da Pragmática na Web Social	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Equipamentos multiusuários para TI aplicado à Saúde	FINEP / Sistema Único de Saúde (SUS) / Ministério da Saúde / Hospitais e Clínicas
Estruturação de metodologia 3D detalhada, para a produção de baixo custo de próteses cranianas customizadas	Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) Unidade de Ribeirão Preto/SP
Estudos da biofabricação para estrutura osteocondral	FAPESP
Filamentos eletricamente condutores incorporando nanomateriais e aplicações em eletrônica têxtil	AG Texteis
Formação de um Centro Multidisciplinar para o Desenvolvimento de Materiais Funcionais (CDMF)	CEPID/CDMF - Centro de Desenvolvimento de Materiais Funcionais / Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) / Instituto de Biologia Molecular do Paraná - IBMP / Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada S.A. (CEITEC)
Fotovoltaicos Avançados de Junção Dupla Silício-Perovskita	CNPq
Funcionalização de dispositivos microfabricados visando à captura seletiva de células tumorais circulantes para fins de diagnóstico	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) / Universidade de São Paulo (USP) / Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) / Massachusetts Institute of Technology / Laval University / FAPESP
Impressão 3D por Robocasting - Otimização de Arcabouços Cerâmicos para Enxertia Óssea	Universidade Federal do ABC (UFABC) / Universidade Federal de Uberlândia (UFU) / Universidade de Araraquara (UNIARA) / Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Inovações Tecnológicas e Infraestrutura para Apoiar a Distribuição de Serviços de Internet de Banda	MOB Telecom
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Medicina Regenerativa - INCT Regenera	Membros do INCT REGENERA
Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Sistemas Micro e Nanoeletrônicos (NAMITEC)	Universidade de São Paulo (USP) / Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) / Centro Universitário FEI / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Materiais avançados perovskita para células solares tandem de alta eficiência monolíticas com silício cristalino	BYD Energy do Brasil Ltda.
Módulos Solares de Perovskita, Grafeno e Óxido de Nióbio: como o Brasil pode ser competitivo em energia fotovoltaica	Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) / Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)
Pesquisa e Desenvolvimento em materiais avançados e nanotecnologia para aplicações em baterias e eletrônica têxtil	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Pesquisa e Desenvolvimento sobre o cérebro e seus mecanismos	CEPID/BRAINN - Instituto Brasileiro de Neurociência e Neurotecnologia / Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) / Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) / Universidade Federal do ABC (UFABC)
Pesquisa, desenvolvimento e inovação de tecnologia em qualificação e análise de hardware das urnas eletrônicas e outros equipamentos utilizados no processo eleitoral, voltados ao aprimoramento tecnológico do ecossistema de votação eletrônica	TSE / FUNCATE
Pesquisar e desenvolver um sensor de O ₂ dissolvido (OD) em H ₂ O pelo método óptico de supressão da fluorescência induzida pela presença de O ₂	CPQD / SABESP
Plataforma aberta de tecnologias para Internet das Coisas e suas aplicações	CPQD

Processamento de imagens médicas - InVesalius	Universidade de São Paulo (USP) / Aalto University - Finlândia
Programa Fulbright Visiting Scholar - Projeto: "Nanocintiladores de perovskita para detecção de radiação"	University of Texas at Dallas
Recuperação de lítio e cobalto de baterias oriundas da logística reversa de eletroeletrônicos	Biosys Gestão em Meio Ambiente LTDA / Ecosistem S.r.l. / Sapienza Università di Roma
Robôs Socialmente Interativos Atuando em Ambientes Públicos	FAPESP
Sistema de Avaliação de Cidades Inteligentes Sustentáveis	Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) / Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) / Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR)
Testes Portáteis (Point-of-Care) para Diagnóstico do SARS-Cov-2 utilizando Nanoestruturas	CNPq
Testes rápidos e detecção de doenças	CEPID/CDMF - Centro de Desenvolvimento de Materiais Funcionais / Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) / Instituto de Biologia Molecular do Paraná (IBMP) / SibratecNano / FINEP / FAPESP / Vistobio S.A e Vyttra diagnósticos
Uma Plataforma para Prontuários Semânticos de Saúde para o Domínio da Oncologia	Centro Boldrini / Universidade Federal de Campinas (UNICAMP)

Fonte: Renato Archer, 2023.

Com a Internet das Coisas, o CTI tem colaborado com outras instituições, como o CPQD e a SABESP, em projetos de IoT voltados para o desenvolvimento de aplicações na área de saneamento básico. Esses projetos envolvem a criação de protótipos para coleta de dados sobre a qualidade da água em várias localidades. A partir da coleta de dados, é possível obter diversos parâmetros, incluindo análise e oxigenação da água. Anteriormente, esse processo demandava semanas, pois era necessário colher a amostra da água em cada ponto e levar ao laboratório. Graças aos avanços fornecidos pela IoT, agora é possível obter resultados dessa coleta em apenas 1 ou 2 horas. A IoT integrado a inteligência e a *big data* podem ser utilizados de maneira inteligente em qualquer setor da indústria. As tecnologias que envolvem a IA são capazes de “aprender por si mesmas” graças aos sistemas de aprendizagem que analisam grandes volumes de dados. Em outras palavras, a IA depende do uso de *Big Data* e da aplicação de algoritmos para que permitam que as máquinas identifiquem padrões na tomada de comportamento, tomada de decisões, antecipação de necessidades e outros aprendizados automáticos.

O CTI tem desempenhado um papel no apoio e colaboração com mais de 300 hospitais em todo o país. Ou seja, tem atendido grande demanda de hospitais para ferramentas específicas, por exemplo, cirurgias mais complexas e planejamento cirúrgicos. Os acordos de cooperação têm se estendido por vários anos, demonstrando a dedicação do CTI em promover o desenvolvimento na área da saúde. Ressalta-se que os anos de cooperação foram marcados pela utilização de tecnologias voltadas para o Sistema Único de Saúde (SUS), diversas empresas surgiram a partir das tecnologias desenvolvidas pelo CTI. Muitas dessas tecnologias foram disponibilizadas de forma aberta, de acordo com as diretrizes do SUS. Como resultado, o CTI proporcionou muitos treinamentos tanto dentro do país quanto para outros países da América Latina, contribuindo também para criação de polos nacionais. O Centro tem focado suas atividades também em projetos que envolvem a inteligência artificial e *big data* voltado para hospitais, com o objetivo de compreender, por exemplo, por que alguns hospitais alcançam resultados tão positivos, como é o caso do hospital do câncer infantil, enquanto outros não alcançam resultados tão expressivos. Dessa forma, o CTI trabalha com protocolos e prontuários de 30 anos atrás até os dias atuais. Essa abordagem permite observar se existe algum padrão de comportamento ao longo desse tempo na intenção de detectar pontos de sucesso e boas práticas que podem ser aplicadas em outros hospitais.

Essas tecnologias englobam a biofabricação, que é uma área que o governo brasileiro poderia melhorar sua atuação, pois já é uma realidade, inclusive econômica. Quem controlar a produção de órgãos e tecidos terá um poder estratégico para dominar o mundo. Atualmente, o

estado de São Paulo está entrando na biofabricação, mas outros estados, como o Rio de Janeiro têm projetos para esse tipo de tecnologia. Além dessas, o CTI atua em outras áreas que considera importantes, por exemplo, a área de computação quântica que vem crescendo no mundo, metade do dinheiro do mundo a China vem colocando para estudos na computação quântica e diz que os chineses não têm medo de perder o dinheiro, caso dê errado partem para outros estudos com uma base muito maior que os Estados Unidos e a Europa. Portanto, seria a bioprodução, computação quântica e algumas tecnologias habilitadoras, incluindo a realidade virtual, simulação computacional e outras.

Com base na experiência, o diretor destacou que o Brasil, especialmente Campinas, possui enorme potencial em termos de tecnologias relacionadas à indústria 4.0 na área da saúde. Resumindo, são indústrias ou empresas de serviços ligados à saúde, mas que não impedem que estejam ligadas à indústria 4.0. Porque as tecnologias que o CTI tem ajudado são das áreas da manufatura aditiva e de *softwares*. O ponto ao qual o diretor deseja chegar é que a indústria 4.0 é fundamentalmente baseada em tecnologia da informação (TI) e não em processos industriais pesados. Se a TI não estiver presente, isso se tornará um obstáculo, pois a indústria 4.0 é essencialmente digital.

Os apontamentos discutidos dos centros de pesquisa a contribuição das tecnologias 4.0, torna evidente que as tecnologias 4.0 são cruciais para o desenvolvimento de sistemas educacionais. São essenciais apoiar a formação de habilidades para a construção de estruturas de pesquisa que complementam as capacidades de impulsionar o crescimento das novas tecnologias que acompanham a indústria 4.0.

Dessa forma, recentemente o CTI teve o credenciamento da EMBRAPII, o que permite que os laboratórios das instituições tenham certa autonomia para ir atrás de projetos com contrapartidas financeiras do governo. Isso deu fôlego para o CTI na área da saúde, mas também nas outras áreas como a indústria. O diretor destaca que o credenciamento com a EMBRAPII dá disposição de recursos financeiros para prospectar e executar projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I). A unidade EMBRAPII dentro do CTI irá apoiar projetos de PD&I na área de tecnologias 3D para todas as aplicações. A unidade EMBRAPII CTI dispõe de infraestrutura com equipamentos industriais e tecnologias diversas para produção aditiva, incluindo bioimpressão. De forma semelhante à impressão de objetos, um órgão é impresso camada por camada a partir de um modelo digital em 3D. Por exemplo, os materiais poderão funcionar, tal como o pó de titânio para fazer ossos. A impressão 3D tem grande potencial para servir às necessidades personalizadas dos projetos. Além disso, conta com equipamentos

computacionais e softwares para o desenvolvimento de provas de conceito e estudos em novos materiais e metamateriais.

A infraestrutura permitirá desenvolver e fabricar soluções de diversas áreas, como: 1) Aplicações na área de próteses personalizadas; 2) Planejamento de cirurgias de alta complexidade; 3) Desenvolvimento de implantes e instrumental cirúrgico têm sido o dia a dia do laboratório; 4) Impressão 3D de fármacos; 5) Biofabricação de micro tecidos e organoides para aceleração do desenvolvimento; 6) Definição de dosagem e construção de tratamento individualizado, entre outros¹³.

Observa-se o reconhecimento do conhecimento advindo da infraestrutura tecnológica, do capital humano, da inovação e da propriedade intelectual (LUNA e BAESSA, 2008). Esse tipo de infraestrutura pode assumir diversas formas, os parques científicos ou tecnológicos, que consiste em estruturas de apoio para promover a difusão tecnológica, ou outras formas que orientam para o desenvolvimento de atividades industriais lucrativas em nível regional, por exemplo, incubadoras tecnológicas.

A infraestrutura tecnológica apontada pelos centros de pesquisa que mencionamos tem enorme contribuição para as tecnologias 4.0, tornando-se crucial os sistemas de centros de pesquisa e desenvolvimento. São essenciais para apoiar a construção de estruturas que complementam as capacidades de impulsionar o crescimento das novas tecnologias que acompanham a indústria 4.0.

4.1.3. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD)

O CPQD tem o papel de apoiar e incentivar o desenvolvimento científico e tecnológico, atuando como um hub entre as universidades, empresas e demais atores do ecossistema de inovação, com foco em TIC, criando resultados tecnológicos inovadores que variam entre os níveis 3 e 9 de prontidão tecnológica (TRL – *Technology Readiness Level*), assegurando o desenvolvimento do CPQD, a competitividade de seus clientes e parceiros como podemos notar na figura 5, abaixo.

¹³ CTI. **Apresentação EMBRAPII/CTI**. Disponível em: https://www.gov.br/cti/pt-br/embrapii-cti/copy_of_apresentacao-embrapii-cti. Acesso em: 06 de novembro de 2023

Figura 5 - Modelo de atuação do CPQ de Technology Readiness Level



Fonte: Radar conecte-se ao novo 2021-22

Os projetos de inovação realizados pelo CPQD podem endereçar tanto o “ciclo 1” que explora os níveis intermediários de prontidão tecnológica (até o nível 6 do TRL - *Technology Readiness Level*), envolvendo a demonstração e a validação da tecnologia, quanto podem apoiar projetos do “ciclo 2” de *startups* (programa *Lab2Mkt*¹⁴) com níveis mais avançados de maturidade tecnológica (*deeptechs*¹⁵), podendo chegar até o nível 9 de maturidade, fase considerada comercial.

Na busca de estimular e aumentar a competitividade e produtividade das empresas brasileiras por meio de tecnologias desenvolvidas, o centro conta com aproximadamente mil colaboradores engajados na missão de contribuir para o desenvolvimento, o progresso e o bem-estar da sociedade. Tem um importante acervo de patentes (391 processos de patentes nacionais e 200 internacionais), uma produção técnico-científica significativa nas suas áreas de P&DI

¹⁴ Programa para startups disponibilizado pela EMBRAPPII.

¹⁵ São startups baseadas em investigação científica apoiadas por patentes, que atuam com inovação complexa, por exemplo, tratamento de doenças, aquecimento global e desenvolvimento industrial.

(publicações e transferência de tecnologia), possui um portfólio de produtos próprios em operação em grandes empresas do Brasil e exterior. O desenvolvimento dessas ideias sobre a tecnologia TRL será abordado com destaque após a qualificação, tendo em vistas que é uma das mais importantes e não se encontra, até o momento, informações mais relevantes sobre a mesma devido a políticas de segredo industrial.

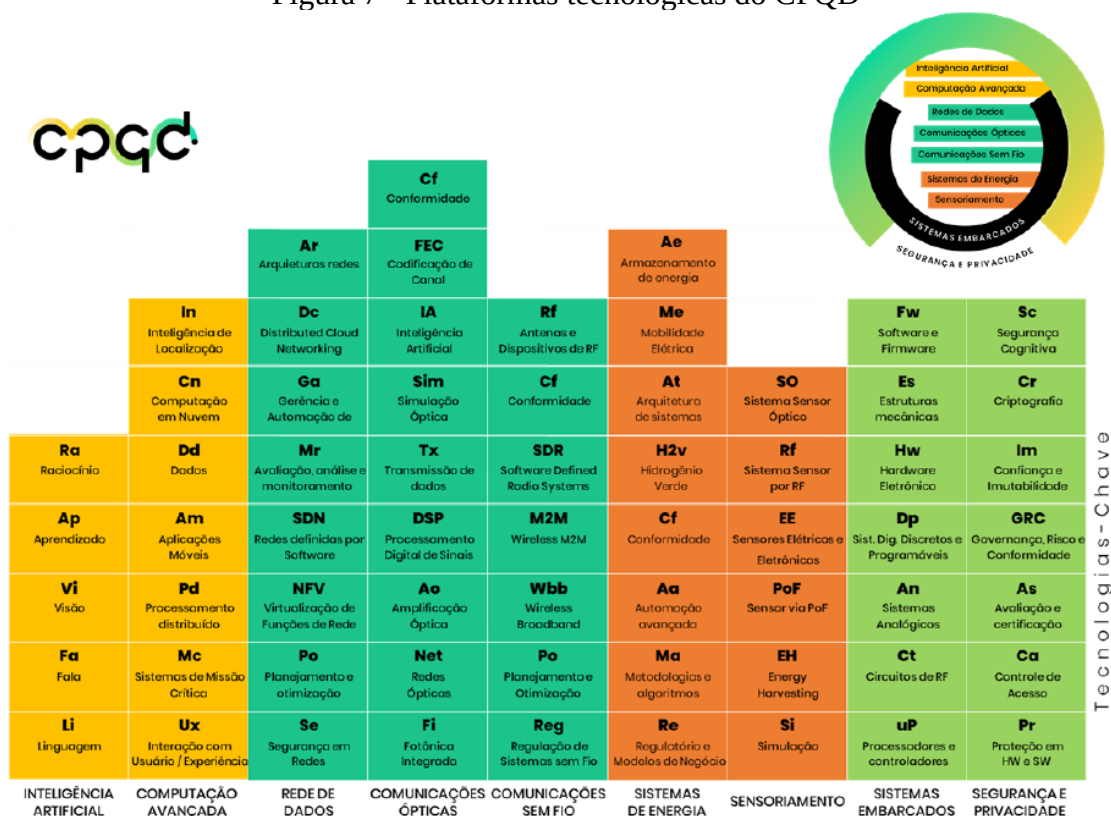
Figura 6 - Produtos e soluções do CPQD para o mercado



Fonte: Radar conecte-se ao novo 2023

Para atender à demanda das indústrias intensivas em conhecimento e tecnologia com a formação, capacitação e qualificação da mão de obra. O CPQD estrutura em 9 plataformas tecnológicas, cada uma com um conjunto específico de tecnologias-chave, aplicação recorre do método criado pelo centro de Gestão de Tecnologia da Universidade de Cambridge (*Topic Roadmapping and Performance Dimensions – guiding technology commercialisation*), que visa promover a convergência entre as visões de tecnologia e mercado e definir os resultados a serem alcançados pela organização no curto, médio e longo prazos.

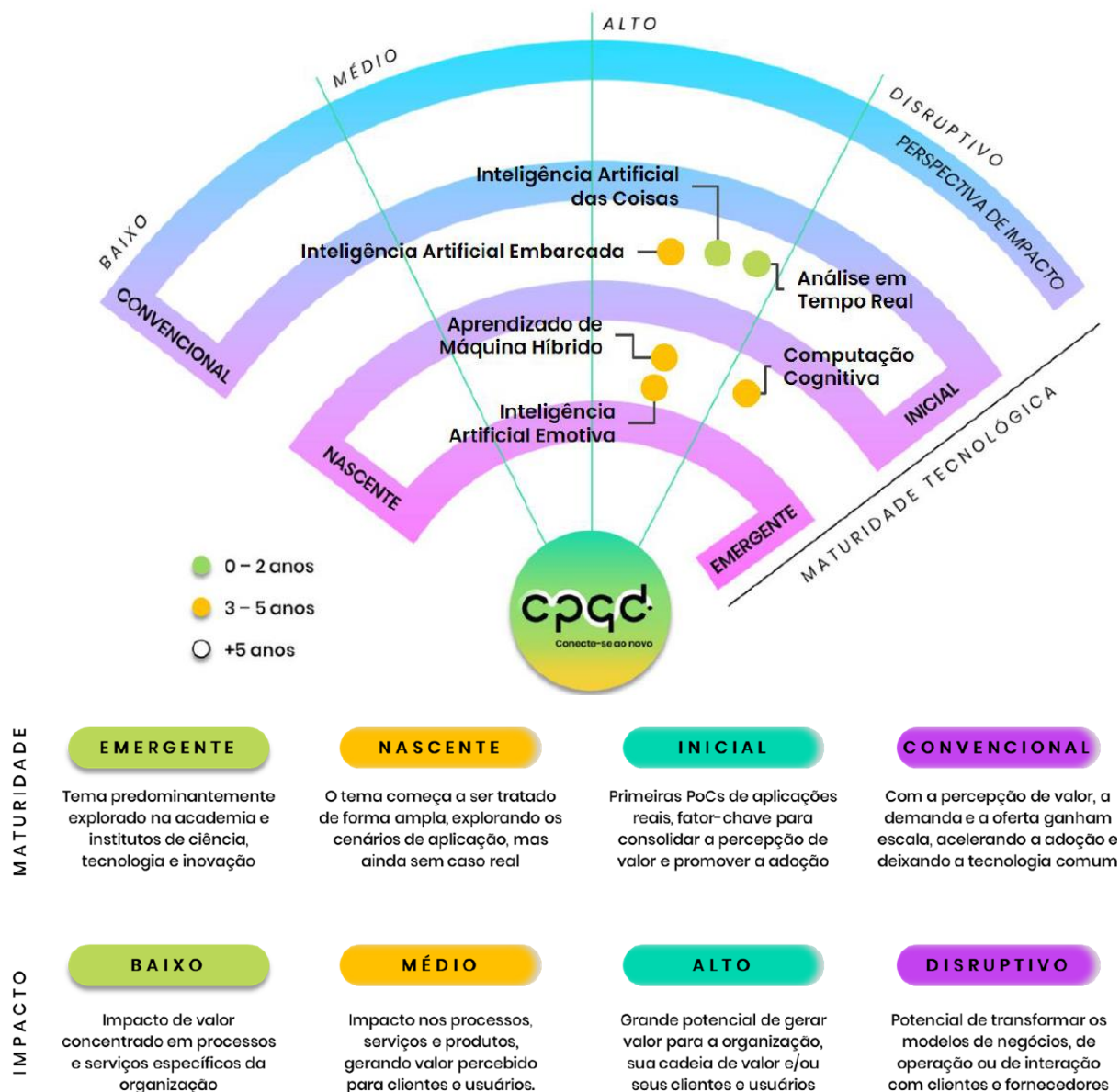
Figura 7 - Plataformas tecnológicas do CPQD



Fonte: Radar conecte-se ao novo 2023

Por ser um centro de inovação privado, independente e orientado aos clientes, a adoção do modelo adaptado de Cambridge, somado a estratégia de levar produtos próprios ao mercado (B2B), tornando-se um diferencial em relação aos outros atores de conhecimento de inovação (academia e ICTs). O modelo segundo o entrevistado permite convergir internamente na organização uma visão estratégica a partir de um *roadmap* tecnológico para cada componente das plataformas tecnológicas do CPQD, mas também contribui para atrair talentos interessados em desenvolver conhecimento e competências nas áreas tecnológicas em que atuam.

Figura 8 - Impactos, prazo de adoção e maturidade das tecnologias na sua área de atuação



Fonte: Radar conecte-se ao novo 2023

Vê-se na figura 8, a maioria dessas tecnologias estão classificadas como nascentes, no entanto, nota-se que o horizonte para adoção é relativamente curto, de 3 a 5 anos. Isso demonstra o desejo do centro de trazer aplicações da indústria aos avanços mais recentes da academia. Destaca-se que 4 das 6 tecnologias são novas em relação às pesquisas anteriores. Entre elas, a Inteligência Artificial das Coisas e a Análise em Tempo Real surgem como tecnologias iniciais de curto prazo. Outra atividade é a IA Embarcada que está relacionada à IA na Borda. Por último, surge a tecnologia de Aprendizado de Máquinas Híbrido, também classificada como nascente com adoção em médio prazo (CPQD, 2023).

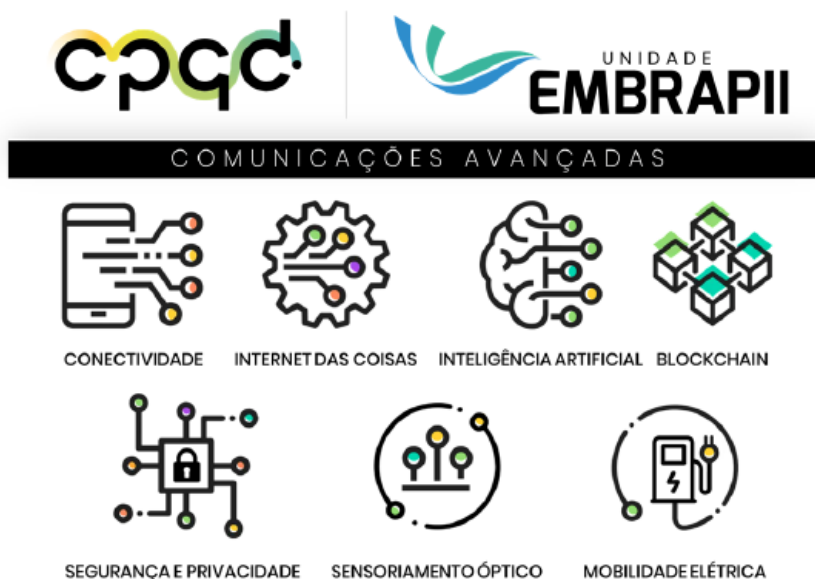
Outra forma que contribuem com a formação, capacitação e qualificação da mão de obra, além de desenvolver talentos (estagiários, bolsistas e colaboradores), é a partir de projetos estruturantes com alto impacto na sociedade como o Programa de Residência Tecnológica promovido pelo CPQD, em parceria com a PUC Campinas, que tem como foco a capacitação de estudantes e profissionais em Inteligência Artificial, IoT e Segurança Cibernética. A iniciativa é um Programa Prioritário de Interesse Nacional (PPI) com o apoio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e coordenado pela Softex, empresa de desenvolvimento, inovação e transformação digital. O objetivo do projeto é preparar e capacitar estudantes universitários de cursos relacionados a tecnologia, bem como profissionais interessados e sem experiência na área.

Nesse sentido, além do Programa de Residência Tecnológica, o CPQD vem conduzindo uma iniciativa com grande potencial de habilitar impacto econômico e social no município. Trata-se do Open 5G: Campinas (<https://www.cpqd.com.br/inovacao/open-5g/>), uma iniciativa aberta e colaborativa para pesquisa, desenvolvimento, experimentação e inovação em tecnologias e aplicações de 5G voltadas para educação, indústria, saúde, cidades e agro.

Com a unidade EMBRAPPI o CPQD acaba apresentando outras formas de apoiar pesquisas tecnológicas, credenciado, desde 2014, na área de Comunicação Avançada. Até o momento, a unidade EMBRAPPI CPQD já realizou mais de 100 projetos, apoiando mais de 86 empresas e totalizando o aporte de mais de R\$ 152 milhões em iniciativas de inovação tecnológica, aplicando competências em *hardware* e *software* na agregação de novas capacidades de comunicação, eficiência, inteligência e segurança em produtos e soluções customizadas para os desafios de clientes de diferentes setores e ambientes de aplicação.

A figura 9 mostra que a Unidade EMBRAPPI CPQD coloca à disposição sua infraestrutura e suas competências em tecnologias-chave, como: conectividade, internet das coisas, inteligência artificial, sistemas de sensoriamento, mobilidade elétrica, aprendizado de máquina e *blockchain*.

Figura 9 - Projetos desenvolvidos em parceria com EMBRAPII



Fonte: Radar conecte-se ao novo 2023

Para as *startups* fornece há mais de 5 anos suporte com presença de ecossistema de inovação aberta para que consigam desenvolver atividades e pesquisas nas áreas que o CPQD tem atuação. A grande parte do apoio para as startups vem do apoio da EMBRAPII e, ocasionalmente, de forma combinada com recursos do SEBRAE. Outra iniciativa é buscar conectar empresas (OpenCorps) e startups, por exemplo, o Match Connect CPQD, trata-se de uma das principais iniciativas do CPQD para promover o empreendedorismo. Funciona para interessados em promover o empreendedorismo de base tecnológica e estimular a criação de soluções inovadoras para desafios reais em diferentes ambientes de negócio, como saúde, agronegócio, cidades inteligentes e manufatura avançada.

O CPQD busca conexões de desenvolvimento tecnológico e inovação com parcerias internacionais, assim tem reunido contatos com instituições de ciência e tecnologia da Alemanha, China, EUA, Finlândia, França, Itália e Reino Unido, que, oportunamente, podem fomentar a cooperação tecnológica em temas de interesse comum. Em 2022, os pesquisadores do CPQD publicaram trabalhos em coautoria com pesquisadores da Alemanha, Finlândia, França, Itália e Reino Unido. Um outro programa que vem ganhando corpo na perspectiva de parcerias internacionais é a atuação conjunta da EMBRAPII com entidades de propósito semelhante em outros países, como Alemanha, Suécia, Israel e Reino Unido, que já foram alvos desta iniciativa.

De forma geral, para articular novas parcerias, o setor privado com vistas à utilização e exploração das vantagens competitivas nas tecnologias desenvolvidas nos laboratórios, visa o desenvolvimento de novos produtos ligados à indústria 4.0. O CPQD possui uma Diretoria de

Desenvolvimento de Mercado, com vários executivos orientados por setores de mercado, os quais buscam se relacionar de forma próxima com seus clientes, entender o seus objetivos e desafios e fomentar oportunidades de cocriação de soluções que, quando aplicável, faça uso não apenas das nossas competências, mas também dos ativos tecnológicos (componentes, plataformas e produtos). Entretanto, sendo uma Unidade EMBRAPPII, o CPQD também é procurado de forma orgânica por muitas empresas e startups, as quais compartilham suas necessidades e expectativas de impacto em relação à adoção de novas tecnologias.

No que diz respeito a essa mudança que chamam de quarta revolução industrial, o CPQD tem se posicionado como um importante agente de transformação digital e tecnológica da indústria brasileira. O CPQD não apenas tem trabalhado em projetos que visam a aplicação dessas tecnologias em diversos setores, mas também tem criado ativos tecnológicos (componentes e plataformas) que podem contribuir para agregar valor ou encurtar a jornada de digitalização de qualquer indústria.

Estes são alguns exemplos de resultados tecnológicos que estão disponíveis e que podem apoiar a jornada 4.0 de qualquer organização. Seja na indústria, na saúde, no agro ou nas cidades, não teremos “soluções 4.0” sem uma conectividade pervasiva, disponível e confiável para cada tipo de aplicação requerida. Neste sentido, o CPQD desenvolveu há alguns anos a tecnologia *LTE 250MHZ* que, após ser transferida para uma indústria brasileira, habilitou a cobertura de 50Km, *downlink* de 30Mbps e *uplink* de 11Mbps, sendo um caso de sucesso na **indústria sucroalcooleira**. Mais recentemente, lançaram o produto C2n, uma solução de Core de Rede convergente 4G/5G voltado para redes privadas e soluções FWA que podem fazer toda diferença na adoção de novas tecnologias digitais em casos de uso de missão crítica.

Em **Internet das Coisas**, o CPQD compartilhou com a sociedade há alguns anos a *dojot*, uma plataforma brasileira que surgiu com uma proposta *open source*, para facilitar o desenvolvimento de soluções e oferecendo APIs abertas, capacidade de armazenamento de grandes volumes de dados, coleta de dados de dispositivos, construção de fluxos de dados e regras de forma visual e processamento de eventos em tempo real aplicando regras definidas pelo desenvolvedor.

Em **Inteligência Artificial**, o CPQD desenvolveu em parceria com a RNP uma plataforma aberta de Inteligência Artificial que visa facilitar a organização e a construção de projetos de aplicações como aprendizado de máquina, visão computacional e análise preditiva. O objetivo da plataforma é prover um ambiente que permita gerenciar modelos, fazer experimentações, comparar resultados e implantar de forma automatizada, agilizando o

desenvolvimento de aplicações. Em *Blockchain*, desenvolveu o **Trace**, que agrega transparência e rastreabilidade em qualquer cadeia produtiva, habilitando o gerenciamento do ciclo de vida de produtos e a garantia de procedência.

No entanto, projetos futuros que o CPQD tem trabalhado para as indústrias que estão no município de Campinas tem sido a iniciativa do **Open 5g: Campinas** que certamente propiciará um ambiente catalisador de projetos em benefício do ecossistema e da sociedade local, o CPQD também participa do **HUB Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS)**, um centro de inovação que se destaca como um polo de conexão entre empreendedores sociais, investidores, pesquisadores e organizações governamentais e não governamentais, que trabalham juntos em projetos que buscam soluções inovadoras e sustentáveis para os desafios sociais e ambientais.

O **HIDS** visa construir uma estrutura que combina e articula ações, através de parcerias e cooperações entre instituições que possuem competências e interesses comuns, incluindo as ações que tenham impactos nos eixos social, econômico e ambiental. Além do CPQD, fazem parte desta iniciativa a Prefeitura de Campinas, Unicamp, PUC-Campinas, Embrapa, CNPEM, Cargill, CPFL, Eldorado, Facamp e a Secretária de Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo.

À vista disso, dado o perfil da base tecnológica do CPQD, a cidade de Campinas e região grande parte da demanda recebida é oriunda da indústria TIC, mas outros perfis de indústria e setores são atendidos de forma recorrente, como *telecom*, financeiro, energia, agro, saúde e defesa. Campinas acaba sendo reconhecida, principalmente, no cenário nacional como um importante polo tecnológico, visto seu setor de *software* e serviços de tecnologia da informação e telecomunicação. Em 2022, o município de Campinas ficou entre as três cidades mais inovadoras na categoria “**Ecossistemas da Inovação em Estágio Consolidado**” no Prêmio Nacional da Inovação. O CPQD participa ativamente do ecossistema local, junto com muitos outros atores, com o propósito de não apenas tornar esse reconhecimento perene, mas para que o ecossistema continue se fortalecendo, aproveitando suas potencialidades para tornar a cidade um ecossistema referência em inovação.

O ecossistema de inovação está cada vez mais dinâmico e plural. Para envolver empresas, centros de ciência e tecnologia e universidades, a estratégia é adotar um modelo de inovação aberta, investindo na busca ativa de conexões com o ecossistema, concretizando e nutrindo aquelas com visões e interesses convergentes, o que aumenta as chances de cocriação de valor compartilhado.

CPQD tem um papel importante na economia regional de Campinas e sua área metropolitana, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias avançadas e a formação de mão de obra qualificada na área de tecnologia, o que pode impulsionar a inovação e o crescimento econômico da região. Neste sentido, o desenvolvimento de tecnologias avançadas contribui para impulsionar a inovação em diversos perfis de empresas e em diferentes ambientes de negócios. Por exemplo, projetos relacionados a redes 5G, internet das coisas, inteligência artificial e *blockchain*, podem beneficiar o ecossistema local, atrair novos investimentos para a região e estimular iniciativas de empreendedorismo de base tecnológica. Os principais desafios de qualquer instituição de ciência e tecnologia que assuma o propósito de ser protagonista na missão de inovar e criar tecnologias, pois dificilmente estas empresas não estarão, em algum momento, na mesma arena competitiva dominada hoje pelas *Big Techs*. Sendo assim, elas terão como desafio: saber fazer as apostas tecnológicas, experimentar, errar e corrigir rapidamente, e explorar ao máximo os benefícios da inovação aberta.

4.1.4. Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)

Conforme afirmado, as regiões com alto potencial em termos de tecnologias relacionadas à indústria 4.0 têm uma maior probabilidade de diversificar para a nova onda de inovação. No caso da região de Campinas, é possível que ela esteja mais bem posicionada para adotar a indústria 4.0 em tecnologias específicas, visto a sua maturidade e produção mais próxima para o ramo de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos. A maior aplicabilidade dessas tecnologias também estaria com as tecnologias da informação e comunicação (TIC).

Essa região se destaca pela aglomeração regional de empresas, instituições de ensino e pesquisa que desenvolvem atividades na área de tecnologias de informação e comunicação com destaque para a produção de equipamentos para telecomunicações, equipamentos de informática e *software* (SUZIGAN et al. 2006). A indústria de *software* desempenha um papel central na indústria 4.0, permanecendo fortemente ligada às tecnologias digitais e sistemas ciberfísicos.

A escolha de produzir informações sobre as TIC decorre do fato de comporem as tecnologias habilitadoras e possibilitarem formas avançadas da manufatura em diversos segmentos produtivos (DIEGUES e ROSELINO, 2019). **As atividades de TIC torna-se um pré-requisito para a indústria 4.0** partem de uma atuação importante visto seu avanço para melhorar a eficiência na produção. Os indicadores de TIC são considerados uma boa *proxy* para avaliar a prontidão dos países para I4.0. Assim, no quadro 12 tomamos como referência o estudo

do SEADE (2021) sobre os setores e atividades que representam a cadeia produtiva das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).

Quadro 12 - Atividades e setores econômicos das tecnologias da informação e comunicação (TIC)

Indústria/Hardware	Atividades e setores econômicos
	Fabricação de componentes eletrônicos
	Fabricação de equipamentos de informática
	Fabricação de periféricos para equipamentos de informática
	Fabricação de equipamentos transmissores de comunicação, peças e acessórios
	Fabricação de aparelhos telefônicos e de outros equipamentos de comunicação, peças e acessórios
	Fabricação de aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo
Softwares	Desenvolvimento de programas de computador sob encomenda
	Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador customizáveis
	Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador não-customizáveis
Consultoria e apoio técnico	Consultoria em tecnologia da informação
	Suporte técnico, manutenção e outros serviços em tecnologia da informação
	Reparação e manutenção de computadores e de equipamentos periféricos
Voz, celular, tratamento de dados e TV por assinatura	Serviços de telefonia fixa comutada - STFC
	Telefonia móvel celular
	Telecomunicações por satélite
	Tratamento de dados, provedores de serviços de aplicação e serviços de hospedagem na internet
	Portais, provedores de conteúdo e outros serviços de informação na internet
	Reparação e manutenção de equipamentos de comunicação
	Operadoras de televisão por assinatura por cabo
	Operadoras de televisão por assinatura por satélite
Comércio - Varejo e atacado	Comércio atacadista de suprimentos para informática
	Comércio atacadista de componentes eletrônicos e equipamentos de telefonia e comunicação
	Comércio varejista especializado de equipamentos e suprimentos de informática

Infraestrutura	Construção de barragens e represas para geração de energia elétrica
	Construção de estações e redes de distribuição de energia elétrica
	Manutenção de redes de distribuição de energia elétrica
	Construção de estações e redes de telecomunicações
	Manutenção de estações e redes de telecomunicações

Fonte: SEADE

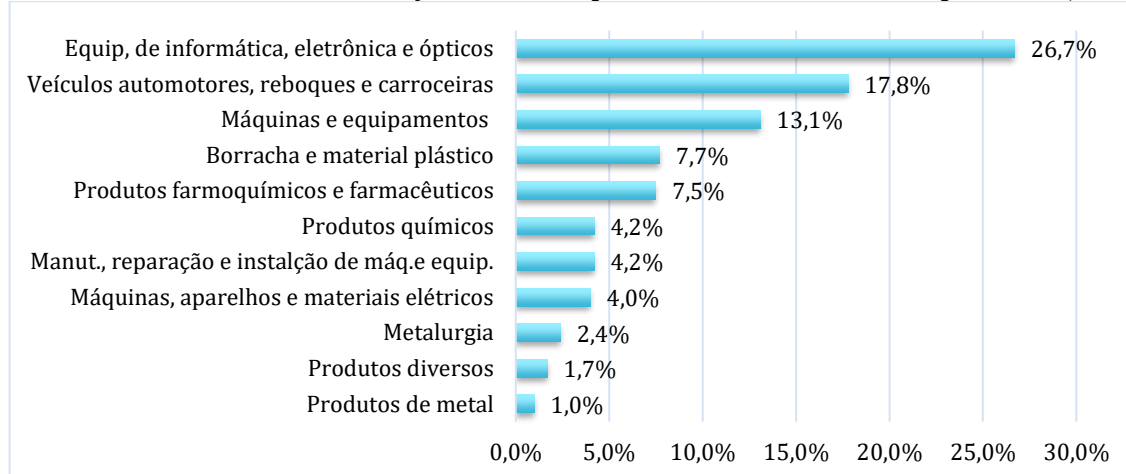
As TIC citadas no quadro 12, podem ser consideradas a partir da “combinação de atividades industriais, comerciais e de serviços, que capturam eletronicamente, transmitem e disseminam dados e informação e comercializam equipamentos e produtos intrinsecamente vinculadas a esse processo” (IBGE, 2009 apud SEADE, 2021). Precisa-se considerar o setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC) e o setor de informática que em conjunto com as atividades de *softwares* aperfeiçoaram os processos industriais permitindo alcançar patamares de sofisticação. No momento, esses dois setores (secundário e terciário) além de serem interdependentes, são indissociáveis.

Com o efeito da aplicação de tecnologias provenientes das TIC, tem a presença do uso do IA, Big Data, Cloud e IoT com forte semelhanças na fabricação de computadores, equipamentos de comunicação, maquinário de escritório e na utilização de impressoras 3D (SEADE, 2021). Indica, portanto, que a recombinação de conhecimento não é simplesmente uma função da variedade no espaço tecnológico; pelo contrário, é moldado pela semelhança entre as capacidades pré-existentes (CORRADINI, SANTINI e VECCILINI, 2021). Por exemplo, no que diz respeito, aos campos de ciências da computação e de tecnologia da informação, Campinas mostra-se como um dos principais polos do país na área da internet das coisas (IoT). Essas tecnologias é uma das principais soluções inovadoras para potencializar os ganhos de produtividade e competitividade.

O município é reconhecido, principalmente, no cenário nacional como um importante polo tecnológico, visto o seu setor de *software* e serviços de tecnologia da informação e telecomunicação que criou um importante papel para a economia industrial por estarem presentes nas mais diversas cadeias produtivas. Seu dinamismo crescente e alto caráter inovador, intensivo em pesquisa e desenvolvimento (P&D), garantem uma posição estratégica para o crescimento econômico. No gráfico 2 o ramo com maior relevância que tem relação com as tecnologias da informação e comunicação foi o de equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos. Segundo o SEADE (2019), o município, em 2016, assumiu no estado de São Paulo a

primeira posição no ranking estadual, avançando de 19,1% para 22,2% (em 2018 foi de 26,7%) do Valor de Transformação Industrial (VTI).

Gráfico 2 - Valor de transformação industrial por setor na cidade de Campinas/SP (2018)



Fonte: Seade, 2018

A Finep exhibe as instituições que financiaram ao longo dos últimos anos, dessa forma as áreas que se destacam em Campinas, de forma predominante foi as tecnologias da informação e comunicação (TIC); infraestrutura com financiamentos de laboratórios de P&D; saúde com projetos que melhore a qualidade de vida da população; por fim investimentos nas áreas de indústria e telecom. O setor industrial depende da existência e disponibilidade de outras áreas para que assim consiga desenvolver e mostrar um desempenho estratégico para seu fortalecimento produtivo.

Os dados do quadro 13 representam os municípios responsáveis pelos maiores vínculos empregatícios dos setores que compõem as TICs no estado. Na Região Metropolitana de Campinas (RMC), a concentração dos vínculos empregatícios referentes à indústria/*hardware* nas TICs são: 34,7% em Campinas, 34,5% em Jaguariúna, 11,5% em Indaiatuba e 8,7% em Hortolândia. Observa-se que as subclasses fazem parte da divisão fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos (26), assim as maiores concentrações de empregos estão distribuídas em diferentes subclasses entre os municípios. Enquanto Campinas apresenta distribuição das subclasses de fabricação de componentes eletrônicos e fabricação de aparelhos telefônicos e de outros equipamentos de comunicação, peças e acessórios; Jaguariúna concentra-se exclusivamente nas subclasses de fabricação de periféricos para equipamentos de informática.

Quadro 13 - Municípios da RMC com maior número de empregos formais nas atividades e setores econômicos das tecnologias da informação e comunicação (TIC) em 2021

Indústria/Hardware	CNAE/Município	Campinas	Hortolândia	Indaiatuba	Jaguariúna
	Fabricação de componentes eletrônicos	642	9	143	46
	Fabricação de equipamentos de informática	64	754	561	0
	Fabricação de periféricos para equipamentos de informática	4	14	10	3093
	Fabricação de equipamentos transmissores de comunicação, peças e acessórios	677	15	30	0
	Fabricação de aparelhos telefônicos e de outros equipamentos de comunicação, peças e acessórios	1766	0	30	0
	Fabricação de aparelhos de recepção, reprodução, gravação e amplificação de áudio e vídeo	5	0	303	0
	Total	3158	792	1047	3139

CNAE/Município	Americana	Campinas	Indaiatuba	Jaguariúna
Desenvolvimento de programas de computador sob encomenda	839	6728	323	6561

Software	Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador customizáveis	287	1904	199	0
	Desenvolvimento e licenciamento de programas de computador não-customizáveis	271	1771	19	0
	Total	1397	10403	541	6561

Consultoria e apoio técnico	CNAE/Município	Americana	Campinas	Indaiatuba	Sumaré
	Consultoria em tecnologia da informação	15	3829	133	3
	Suporte técnico, manutenção e outros serviços em tecnologia da informação	384	2632	48	66
	Reparação e manutenção de computadores e de equipamentos periféricos	73	477	60	16
	Total	472	6938	241	85

Voz, celular, tratamento de dados e TV por assinatura	CNAE/Município	Americana	Campinas	Hortolândia	Vinhedo
	Serviços de telefonia fixa comutada - STFC	63	371	15	74
	Telefonia móvel celular	131	880	0	0
	Telecomunicações por satélite	0	0	156	0
	Operadoras de televisão por assinatura por cabo	0	17	0	0
	Operadoras de televisão por assinatura por satélite	0	3	0	0
	Tratamento de dados, provedores de serviços de aplicação e serviços de hospedagem na internet	55	556	27	82
	Portais, provedores de conteúdo e outros serviços de informação na internet	13	235	0	71
	Reparação e manutenção de equipamentos de comunicação	8	208	38	1

	Total	270	2270	236	228
--	--------------	------------	-------------	------------	------------

Comércio - Varejo e atacado	CNAE/Município	Americana	Campinas	Hortolândia	Jaguariúna
	Comércio atacadista de suprimentos para informática	1	4	0	0
	Comércio atacadista de componentes eletrônicos e equipamentos de telefonia e comunicação	18	96	0	254
	Comércio varejista especializado de equipamentos e suprimentos de informática	235	1283	6161	71
	Total	254	1383	6161	325

Infraestrutura	CNAE/Município	Americana	Campinas	Hortolândia	Indaiatuba
	Construção de estações e redes de distribuição de energia elétrica	226	784	0	7
	Manutenção de redes de distribuição de energia elétrica	3	29	0	0
	Construção de estações e redes de telecomunicações	0	2356	34	0
	Manutenção de estações e redes de telecomunicações	4	11	11	422
	Total	233	3180	45	429

Fonte: Rais

Org.: Eduardo Nardez

Segundo o Seade (2021) a TIC de *software* fica exposto pela clara contribuição com seu maior potencial de crescimento nos próximos anos no território paulista. O desafio, no entanto, refere-se à formação e qualificação da força de trabalho para atender às novas exigências do mercado digital. Como vemos, a região de Campinas tem potencial pela concentração de instituições de ensino de ponta com uma boa qualificação profissional e principalmente empresas líderes no setor de *software*. Dos 19.468 funcionários na RMC, o município de Campinas abriga 53,4% desse total, ou seja, 10.403 pessoas. Jaguariúna, por sua vez, conta 33,7% dos funcionários, totalizando 6.561 empregados. Em seguida, temos Americana, com 7,1% (1.397 funcionários) e Indaiatuba, com 2,7% (541 funcionários).

A região de Campinas tem um polo muito demandado na área de saúde, principalmente para tecnologias de *software* e manufatura aditiva para dispositivos de implante e para uso de cirurgias, duas áreas que o CTI tem oferecido ajuda. O *software open source* InVesalius foi pioneiro na integração de *scanners* na área médica para reconstrução tridimensional de estruturas anatômicas obtidas por equipamentos de tomografia computadorizada e ressonância magnética. O programa InVesalius, foi desenvolvido devido à existência de *softwares* muito caros para uso, por isso o desenvolvimento tornou-se realmente um produto de licença livre usado em quase 180 países com 100 mil usuários pelo mundo, o que mostra a relevância do CTI.

A transição para a I4.0 tem impacto significativo nas novas TIC. No entanto, enfrenta-se a escassez de profissionais nessas áreas, o que poderá chegar a um déficit de 500 mil especialistas até 2025. A ministra da Ciência, Tecnologia e Inovação, Luciana Santos, destaca a necessidade de o Brasil garantir a capacitação em tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial (IA), segurança cibernética, computação quântica, entre outras, a fim de apoiar a transformação digital no país¹⁶.

A conversa com o diretor do CTI revelou que, no Brasil, os programadores estão sendo contratados para trabalhar à distância, sem a necessidade de se deslocar fisicamente para um local específico. Após a pandemia, esse mercado deixou de ser exclusivamente local, visto que agora as pessoas podem criar programas de computador sem sair de casa. As empresas reconhecem o potencial de contratar profissionais que possam exercer suas

¹⁶ BRASIL. MCTI vai promover grande programa de qualificação em TICs, diz ministra no Senado. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2023/05/mcti-vai-promover-grande-programa-de-qualificacao-em-tics-diz-ministra-no-senado?fbclid=IwAR0XiPriPebkbMEZjjB_UvRROhwsUzHIKA1uoEWPZqFwpDIKXMjKmkn7aBMQ. Acesso em: 18 de maio de 2023

funções de forma remota. Acredita-se que passamos para uma segunda etapa no Brasil, em que o conhecimento se transforma em *commodities* no sentido de ter uma massa crítica no país devido à presença de diversas universidades de qualidade que temos.

Nesse sentido, as *commodities* passariam a ter um profissional na área da tecnologia da informação (TI) altamente qualificado, que acaba trabalhando para as empresas estrangeiras. Essas empresas pagam em dólares e os profissionais usam essa moeda no Brasil, o que consequentemente contribui para o aumento da renda per capita brasileira, visto que acaba ganhando mais que os programadores nacionais. Considera-se que isso é bom, ainda que seja uma *commodity*, pois estamos vendendo um produto de qualidade por um preço baixo. É um jogo que precisamos saber jogar, porque pode trazer benefícios para o país; no entanto, é necessário ter políticas adequadas para garantir não apenas o engajamento da pessoa em projetos remunerados em dólares ou euros, mas que essas empresas estrangeiras tenham filial no Brasil, criando empregos e crescimento econômico, pois se não vamos ser mais uma vez fornecedor de *commodities*.



5. PATENTES POR TRÁS DA INDÚSTRIA 4.0 EM CAMPINAS

As mudanças estruturais nas economias e nas sociedades capitalistas reduziram sua importância relativa aos ativos tangíveis para aumentar a importância para ativos intelectuais ou do conhecimento. As novas formas de organização do trabalho científico e tecnológico baseado no conhecimento fez que crescesse a relevância do capital intelectual com efeitos no processo de inovação e de pesquisa, como na criação de tecnologias. Surgem, desta maneira, a propriedade industrial e as patentes, expressão jurídica que assume como propriedade privada ou monopólio da inovação para que se possa garantir a exploração, geração e apropriação da renda tecnológica. Isso é regulado por um quadro jurídico-institucional que rege os direitos de propriedade intelectual em favor dos interesses do grande capital corporativo e das principais potências, e permitiu uma aceleração das taxas de patenteamento e, ao mesmo tempo, uma concentração de patentes nas grandes empresas monopolistas (SANTOS, 2018; DINIZ E GONÇALVES, 2005; WISE, 2020).

Segundo Luna e Baessa (2008), a patente é um título que concede ao seu titular o direito sobre uma invenção para fabricar, usar e vender ou um modelo de utilidade. A patente de invenção fornece ao inventor o direito exclusivo de explorar a invenção durante 20 anos, enquanto o modelo de utilidade possui uma duração menor, 15 anos. Em contrapartida, o depositante tem que revelar todo conteúdo técnico da matéria protegida, durante a vigência da patente, esse direito pode ser transferido para terceiros.

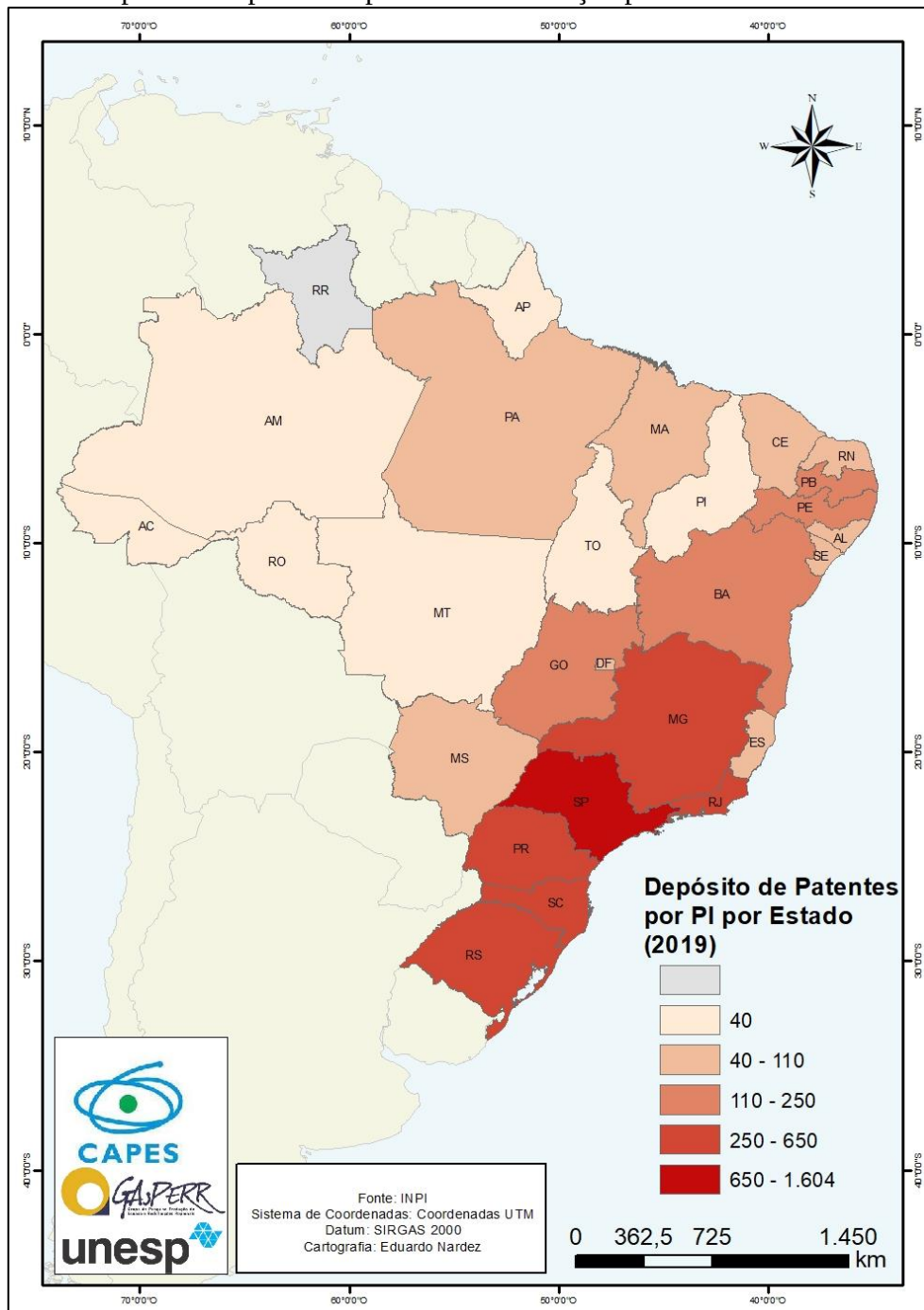
As patentes têm sido utilizadas como indicador para o levantamento da indústria 4.0 por ser um indicador relevante no processo da capacidade de determinada região ou país de transformar o conhecimento científico bruto em produtos tecnológicos. As universidades e os centros de pesquisas avançadas com um bom sistema educacional são condições muito importantes para a criação de patentes e tecnologias, no entanto não são suficientes para que países, empresas e os indivíduos ingressem no paradigma informacional ou na indústria 4.0 (CASTELLS, 2002).

Conforme o mapa 17, os dez estados brasileiros que mais depositaram pedidos de patentes de invenção em 2019 foram responsáveis por 86% do total destes pedidos, sendo: São Paulo (1.604), Minas Gerais (635), Rio de Janeiro (533), Paraná (443), Rio Grande do Sul (438), Santa Catarina (403), Paraíba (236), Pernambuco (133), Bahia (128), Goiás (118) (INPI, 2021).

O país nos pedidos de patentes de invenção por campo tecnológico, em 2018, o campo mais reivindicado foi Produtos Farmacêuticos com 1.747 pedidos de patentes de invenção, correspondente a 7,4% do total (23.544). Tecnologia Médica ficou na segunda

posição, com 1739 pedidos (7,4%), seguido por Química Orgânica Finca, com 1.670 pedidos (7,1%) e Biotecnologia, com 1358 (5,8% do total). Os dez campos tecnológicos totalizaram 13.149 pedidos, correspondente a 55,8% do total (INPI, 2021).

Mapa 17 - Depósito de patentes de invenção por estado em 2019



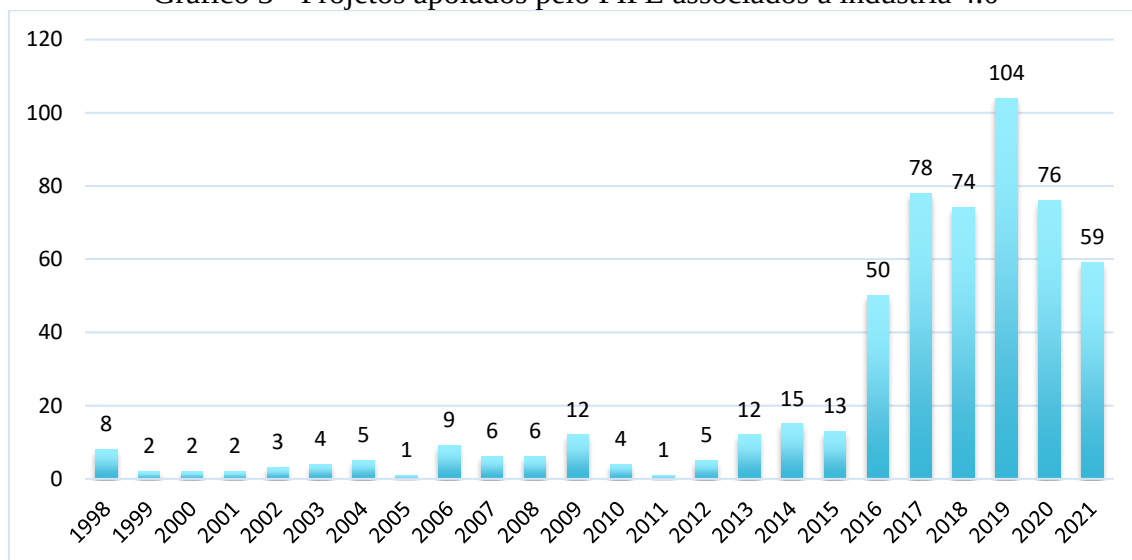
Fonte: INPI

Org.: Eduardo Nardez

No estado de São Paulo a FAPESP tem desempenhado papel significativo nos avanços da chamada indústria 4.0, por meio de apoios direcionados à pesquisa,

especialmente através do Programa de Apoio à Pesquisa em Pequenas Empresas (PIPE), abordando temas como automação, fotônica, inteligência artificial, big data, internet das coisas e computação em nuvem. O Gráfico 3 mostra uma forte aceleração de projetos a partir de 2016. No entanto, os dois últimos da série, 2020 e 2021 (até agosto), foram atípicos, devido aos efeitos da pandemia de Covid-19, o que dificulta a interpretação das flutuações. Ainda assim, o número de projetos iniciados em 2020 está no mesmo patamar de 2017 e 2018, e possivelmente será superado pelos projetos iniciados em 2021, quando contabilizados em sua totalidade (REVISTA FAPESP, 2021).

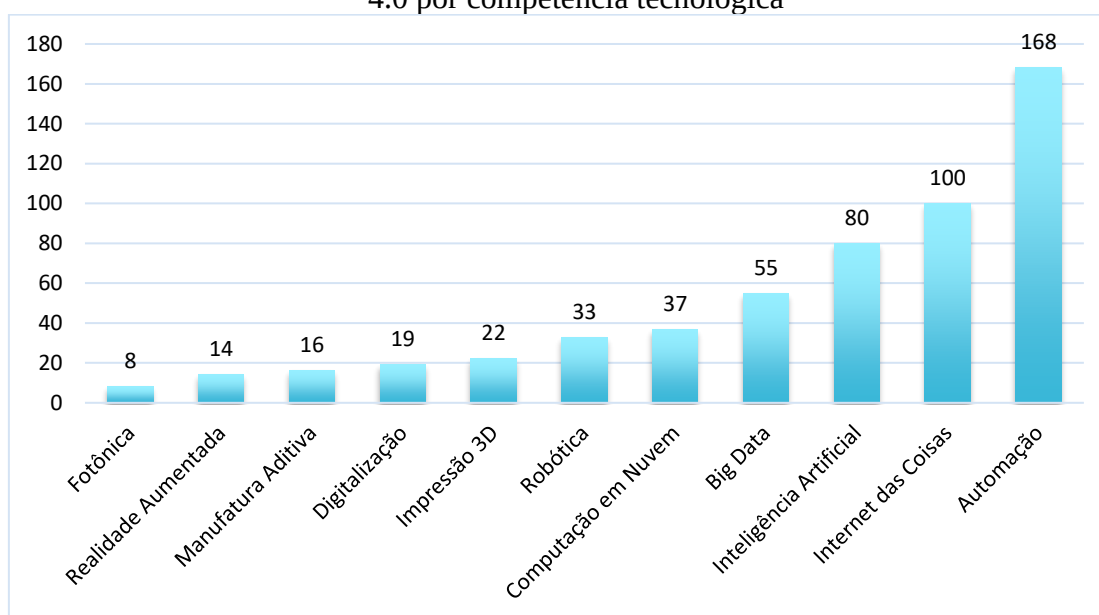
Gráfico 3 - Projetos apoiados pelo PIPE associados à indústria 4.0



Fonte: Revista FAPESP, edição 308, out. 2021

O gráfico 4 fornece detalhes sobre os projetos apoiados classificando por competência tecnológica. Observa-se que a tecnologia em automação foi a que recebeu o maior número de projetos. Essa tecnologia é crítica para o desenvolvimento da indústria 4.0, pois já está mais consolidada, tornando-se mais atrativa para os empreendedores. Entretanto, é importante notar que o PIPE também tem contemplado projetos em novos campos, como internet das coisas ou inteligência artificial, que são menos explorados e apresentam maior incerteza econômica (REVISTA FAPESP, 2021).

Gráfico 4 - Distribuição absoluta dos projetos apoiados pelo Pipe associados à indústria 4.0 por competência tecnológica

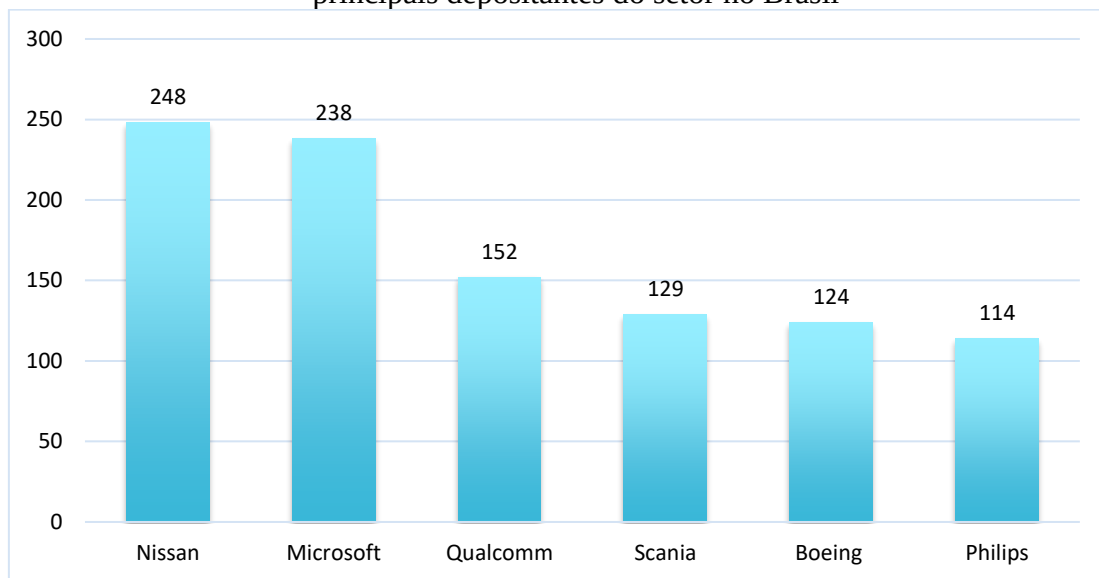


Fonte: Revista FAPESP, edição 308, out. 2021

Resultados do INPI (2022) em estudo de IA no setor de máquinas e equipamentos mostra a sua transversalidade. Com o uso de ferramentas de aprendizagem de máquinas para automatizar e otimizar a operação; uso das tecnologias de IA para determinar a substituição das ferramentas de máquina a partir da avaliação de parâmetros de qualidade das partes produzidas etc.

Os pedidos de patentes relacionados à inteligência artificial depositadas no Brasil contemplavam 6.226 depósitos, dos quais 5.648 relacionavam-se a equipamentos e máquinas contendo a IA. Os seis maiores depositantes na amostra geral são empresas relacionadas à área de transporte, como podem ver no gráfico 5. Cabe ressaltar que essas empresas constituem os principais depositantes de pedidos de patentes no Brasil com tecnologias relacionadas à IA (INPI, 2022).

Gráfico 5 - Número de pedidos/patentes de máquinas e equipamentos contendo IA dos principais depositantes do setor no Brasil

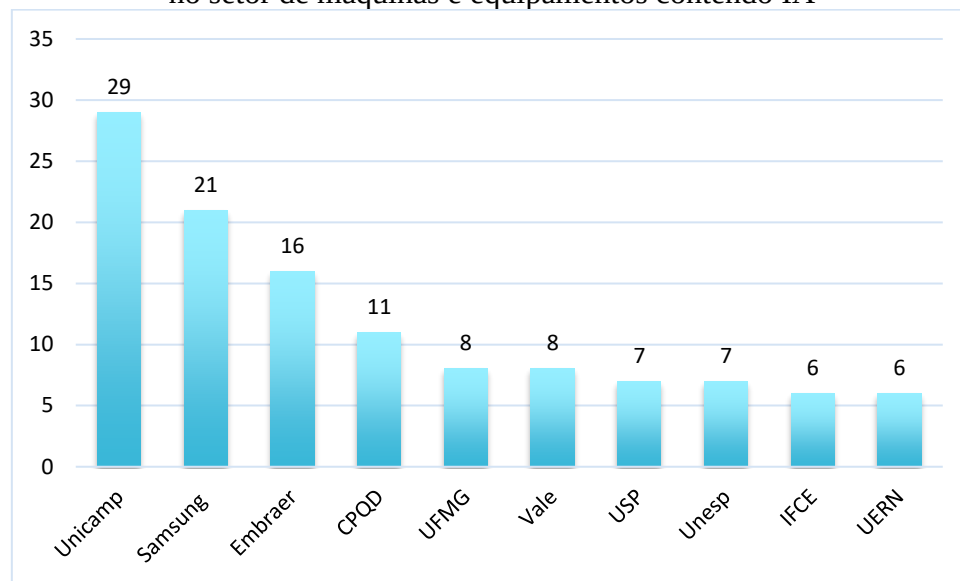


Fonte: INPI

Nissan e Scania são fabricantes, respectivamente, japonesa e sueca, de automóveis que atuam com tecnologias relacionadas a veículos autônomos, enquanto a *Boeing*, empresa norte-americana de desenvolvimento aeroespacial, vem aplicando tecnologias de IA em drones. A Microsoft, empresa que desenvolve *softwares*, atua em robótica inteligente, drones e aplicativos com IA para uso pessoal e industrial. Por fim, a Qualcomm atua em IA desenvolvendo ferramentas com processamento neural, visão computacional e aplicativos multimídia (INPI, 2022).

Quando observamos o gráfico 6 dos pedidos de patentes dos residentes, 6 dos 10 maiores depositantes são universidades públicas brasileiras, o que sinaliza uma falta de participação de empresas brasileiras no desenvolvimento e patenteamento de tecnologias de máquinas e equipamentos com IA. Portanto, preciso demonstrar a importância e oportunidade de as empresas buscar parceria com as universidades para a transferência tecnológica nessa área (INPI, 2022).

Gráfico 6 - Número de pedidos/patentes dos principais depositante residentes no Brasil no setor de máquinas e equipamentos contendo IA



Fonte: INPI

Três depositantes de pedidos estão em Campinas: a Unicamp possui 14 pedidos na categoria de Equipamentos para Reconhecimento de Padrões e 8 na categoria de Equipamentos Médicos. Enquanto isso; a Samsung tem 8 pedidos na categoria de Equipamentos para Reconhecimento de Padrões e 6 pedidos na categoria de Equipamentos para Processamento de Dados Digitais, assim como a Unicamp, que também possui 6 pedidos nessa categoria (INPI, 2022).

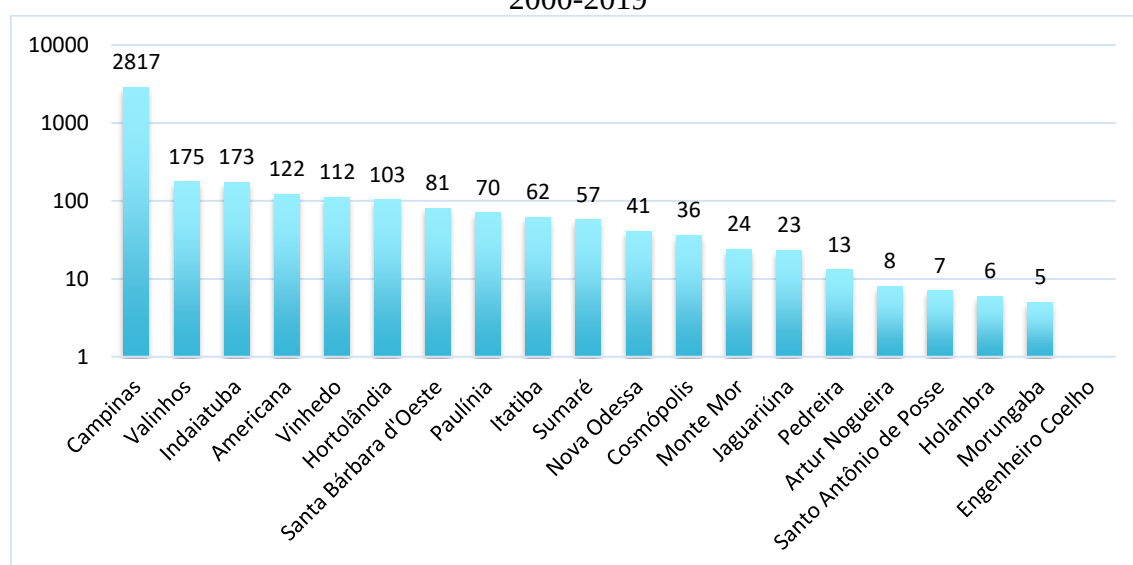
De acordo com os estudos de Santos (2023), com o intuito de mapear as tecnologias ligadas à indústria 4.0 no contexto brasileiro, indica-se que as tecnologias da indústria 4.0 se aglomeram nas regiões com histórico em inovação e produção, principalmente nas mesorregiões da região Sudeste e Sul do Brasil. A concentração para a I4.0 é resultado de uma combinação de fatores, que inclui a presença de uma infraestrutura adequada para suportar as empresas de grande porte, instituições de ensino e pesquisa e polos tecnológicos. A outra parte sugere que regiões sem histórico consolidado em inovação podem apresentar “ilhas de inovação tecnológica” para as tecnologias da I4.0. Para essa argumentação, Santos (2023) menciona os casos como Salvador, Recife e Distrito Federal. Esta evidência mostra que, para se destacar com depósitos de patentes, essas regiões não precisam ser líderes em P&D nas tecnologias que funcionam como desencadeadoras, como as regiões economicamente tradicionais. Apesar de não terem histórico consolidado, essas três mesorregiões têm mostrado capacidade de especialização e desenvolvimento de tecnologias da I4.0. E não estão cercadas por mesorregiões em que há presença de polos inovadores, como são os casos das regiões

Sudeste e Sul. Os resultados demonstram que a I4.0 não está se limitando apenas às regiões com tradição em inovação. Pelo contrário, demonstra que as regiões estão buscando explorar as oportunidades para se tornarem protagonistas no cenário da transformação digital (SANTOS, 2023).

Há um movimento de desconcentração da adoção da I4.0, conforme indicado pelos dados de Santos (2023), que mostram a diminuição dos percentuais de patentes quanto de patentes da I4.0 nas regiões Sudeste e Sul. A região Centro-Oeste mostra que tem ganho maior participação e, especialmente, o Nordeste, que aumentou significativamente o percentual para ambos os casos de patentes. Especificamente, o estado de Pernambuco se destaca nesse contexto, passando de 7 patentes, no período de 2010 a 2014, para 56 patentes, no período de 2015 a 2019, em relação às patentes relacionadas à indústria 4.0.

Em particular, o Estado de São Paulo é responsável por concentrar aproximadamente 45% das patentes mais inovadoras. Dentre as 3.382 patentes brasileiras da indústria 4.0, a região metropolitana de São Paulo representa cerca de 871 (26%). Em sequência, destacam-se as mesorregiões de Campinas/SP, a região metropolitana de Belo Horizonte, a região metropolitana de Curitiba, a região metropolitana de Porto Alegre e a região metropolitana do Rio de Janeiro, as quais, juntas, correspondem a 30,5 % das patentes nacionais, totalizando 1.032 patentes de Indústria 4.0 em termos absolutos (SANTOS, 2023).

Gráfico 7 - Depósitos de Patentes de invenção na região metropolitana de Campinas em 2000-2019



Fonte: INPI
Org.: Eduardo Nardez

Santos (2023) mostra que, em relação aos setores tecnológicos, as tecnologias habilitadoras se destacaram e foram as que apresentaram maior volume no Brasil. No entanto, no total número de invenções depositadas, em Campinas, predomina o grupo de tecnologias de aplicação. Das 533 patentes ligadas à I4.0, as tecnologias de aplicação capturam a maior proporção de invenções em I4.0, com número total de 349 depósitos de patentes, representando 65% de todas as invenções depositadas em Campinas. Cerca de 18% (96) estão, por sua vez, relacionados a tecnologias centrais. Uma proporção menor de 16% das invenções (88) está relacionada a tecnologias habilitadoras.

5.1. Grupos relacionados à Indústria 4.0

Os depósitos na base de dados do INPI que abrangem Campinas apresentam uma variedade de tecnologias, tanto relacionadas quanto não relacionadas à indústria 4.0. No entanto, verificar cada número de processo para determinar se está vinculado aos códigos da indústria 4.0 seria uma tarefa extremamente complexa e exaustiva. Embora exista a opção de pesquisar patentes por códigos específicos da indústria 4.0, essa busca pode ser abrangente e não forneceria informações sobre a localização do depositante. Isso torna impossível determinar se o depósito foi realizado na cidade de Campinas, pois não há filtros para selecionar regiões, municípios, códigos e tecnologias desejados; ao pesquisar um código, a busca abrange todo o Brasil.

A base de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO), Espacenet, tem sido útil para obter informações sobre os nomes dos depositantes, pois permite pesquisar o código vinculado à indústria 4.0 de forma mais intuitiva que o INPI. Além de pesquisar um código e identificar as empresas e instituições que depositaram, posso escolher aquelas presentes no município para trazer exemplos de tecnologias desenvolvidas com os códigos da indústria 4.0. Portanto, opto por apresentar outras empresas para demonstrar a capacidade que o código tem para o desenvolvimento da tecnologia produzida.

5.1.1. Tecnologias Centrais

A classe de tecnologias centrais (*core technologies*) corresponde às tecnologias sobre as quais a indústria 4.0 será desenvolvida que inclui *hardware* (sensores, processadores, memórias avançada), *software* (banco de dados, sistemas operacionais moveis, virtualização) e sistemas de conectividade (protocolos de rede, sistemas adaptativos de dados sem fio) (LAFFI e BOSCHMA, 2021). Segundo CNI (2020), as

tecnologias de *hardware* constituem a base para praticamente todas as tecnologias habilitadoras da I4.0, por consistir nas invenções que contribuem diretamente para o campo das TIC, por exemplo, como é o caso dos sensores e atuadores que, acoplados a outras máquinas e sistemas, possibilitam inúmeras aplicações no processo industrial.

As invenções no grupo de tecnologias centrais demonstram um total de 96 depósitos de patentes, com uma concentração no campo de *hardware*, correspondendo a 59% dos depósitos totais, o que equivale a 57 depósitos. Destaca-se que desses 57 depósitos, um total de 13 é aplicado no segmento tecnológico de *software*. A tecnologia de conectividade tem 26% dos depósitos, o que equivale a 25 depósitos.

Esse tipo de tecnologia são fundamentais para a infraestrutura de informação e comunicação, atuando tanto nas empresas quanto nas cidades (CNI, 2020). Um olhar atento aos campos individuais dos principais subgrupos do grupo de tecnologias centrais revela alguns caminhos de maior concentração com padrões de especialização. A cidade de Campinas, nas tecnologias centrais, é mais forte em *hardware* e conectividade e mais fraco em *software*.

O papel das tecnologias de *hardware* e conectividade mostra o desenvolvimento com as recentes tecnologias em IoT. Uma implicação importante da I4.0 é que a inovação no aprimoramento de produtos e processos está ocorrendo cada vez mais na camada virtual com implementação de *software*. Essas invenções implementadas por *software* são responsáveis por grande parte do desenvolvimento tecnológico em muitas outras áreas, no entanto, é o menor campo no setor de tecnologias centrais em Campinas.

O quadro 14 expressa que há um número significativo de patentes em tecnologias centrais de *hardware* e *software*, com destaque para os códigos G06F17/40 (21 depósitos), G06F12/1491 (12 depósitos) e G06F9/00 (6 depósitos). Indicam um forte desenvolvimento e inovação de sistemas de computação e processamento de dados.

Quadro 14 - Número de códigos depositados no subgrupo hardware

Tecnologia	Código CPC	Nº Depósitos
Hardware	G06F17/40	21
Hardware	G06F12/1491	12
Hardware/Software	G06F9/00	6
Hardware	G06F3/00	6
Hardware/Software	G06F11/14	6
Hardware	G06F12/00	3
Hardware	H03K19/177	2
Hardware/Software	G06F2009/45595	1

Fonte: Instituto de Economia da Unicamp e INPI

A classificação G06F17/40 é atribuída a questões de computação digital, equipamento ou método de processamento de dados, especialmente adaptados para funções específicas, incluindo a aquisição de dados, como o “dispositivo de medição de variáveis biomecânicas em tempo real” desenvolvido pela Unicamp e EMBRAPA monitoramento, controle de qualidade, melhoria de desempenho. O dispositivo pode ser aplicado no esporte e na agricultura. Na agricultura, facilita o monitoramento de produtos hortícolas, frutas e outros produtos perecíveis mediante a aquisição de variáveis que afetam a qualidade do produto durante processamento, armazenamento e/ou transporte. No esporte, ele pode ser aplicado em equipamentos esportivos, como bolas, luvas de boxe, calçado, coletes, pulseiras ergonômicas.

Outra patente de invenção da Unicamp foi o “sistema de sensor e monitoramento de frutos pós-colheita utilizando fruto artificial” que o funcionamento do sistema desenvolveu um fruto artificial com características de polpa e casca que se comporta de forma semelhante ao fruto *in natura*, sendo possível não só avaliar a câmara refrigerada fria como também acompanhar todo o processo da pós-colheita do fruto artificial envio de dados via web e/ou mobile ao produtor de modo a auxiliar nas devidas providências sobre a manutenção do armazenamento de sua produção.

A patente classificada sob o código G06F12/1491 refere-se a sistemas de proteção hierárquicos, como níveis de privilégio e anéis de memória, que são utilizados em arquiteturas de processadores para proteger e gerenciar o acesso à memória e aos recursos do sistema. Esse tipo de tecnologia é utilizado pela Intel, como tecnologia de enclaves de depuração em sistemas seguros que envolve a execução de instruções de *software* fora de um enclave seguro para ler *bytes* de uma página de cache de enclave (EPC) de um enclave. Um enclave é uma região de memória isolada e segura onde dados e códigos sensíveis podem ser processados sem risco de interferência ou espionagem por outras partes do sistema.

A classificação G06F9/00 refere-se a tecnologias relacionadas ao controle de operações de dispositivos de computação através de programas, com um foco específico em unidades de controle e dispositivos periféricos. Isso inclui uma ampla gama de sistemas e métodos que garantem a comunicação eficiente e eficaz entre o núcleo do sistema de computação e seus componentes externos. Um exemplo de aplicação dessa classificação é evidenciado pela inovação realizada pelo Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD) com a invenção de uma máquina

posicionadora de baixo custo integrada à sistema de visão computacional para montagem e alinhamento de dispositivos fotônicos.

Quadro 15 - Número de códigos depositados no subgrupo connectivity

Tecnologia	Código CPC	Nº Depósitos
Connectivity	H04W72/04	12
Connectivity	H04W84/00	8
Connectivity	H04M11/00	2
Connectivity	H04L69/40	2
Connectivity	H04B7/26	1

Fonte: Instituto de Economia da Unicamp e INPI

Entre as tecnologias de conectividade, o código com maior número de depósitos foi H04W72/04 (12 depósitos) e H04W84/00 (8 depósitos). Essas patentes estão relacionadas a protocolos e arranjos de rede para suportar serviços de aplicações de rede, essenciais para a comunicação. O código H04W72/04 é de serviços especialmente adaptados para as redes de comunicação sem fio. O CPQD tem uma invenção de “método e sistema de coexistência intersistema e intrasistema em tecnologias 5G” que permite uma melhor integração entre o sistema 5G e outras tecnologias de rádio. Tem depósito em “sistema automático de estimação de ocupação de canais de radiofrequência” que se baseia na tecnologia de rádio definido por *software* (RDS) para facilitar a integração de diferentes sistemas. O campo de conectividade utiliza redes para dispositivos conectados em massa.

O código H04W84/00 abrange técnica de comunicação elétrica, bem como redes de comunicação sem fio; para exemplificar, a CEMIG e o CPQD apresentam uma patente de invenção de um dispositivo chamado Módulo Individual de Gerenciamento Automatizado de Medição (AMMI). Ele se conecta a um medidor de energia eletrônico para enviar dados de consumo ao usuário e à empresa fornecedora de energia. O dispositivo escolhe automaticamente o método de comunicação mais adequado, dependendo da qualidade do sinal. Além disso, possui uma fonte de alimentação de *backup* que permite a transmissão imediata de dados após uma queda de energia elétrica.

Quadro 16 - Número de códigos depositados no subgrupo software

Tecnologia	Código CPC	Nº Depósitos
Software/ Connectivity	H04L67/00	8

O código H04L67/00 diz respeito a acordos de rede ou protocolos para suporte a serviços ou aplicações de rede (mensagens de usuário para usuário; arranjos de rede, protocolos ou serviços para suporte de aplicações em tempo real em redes de comunicações de pacotes de dados). Isso abrange os métodos e sistemas utilizados para garantir que as redes de comunicação possam suportar diferentes tipos de serviços e aplicações, e inclui garantir que a rede possa fornecer serviços como *e-mail*, compartilhamento de arquivos, e videoconferências de maneira eficiente e segura.

A exemplo da combinação de *software* com a conectividade é o modelo desenvolvido pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná e o Instituto Federal do Paraná descreve um gateway de Internet das Coisas (IoT) projetado para automação de processos de aquicultura. Ele monitora dados de desempenho da produção, incluindo a qualidade da água em tempo real, e emite alertas quando os parâmetros excedem limites estabelecidos. Utiliza sensores de temperatura, turbidez, nível, pH e vazão para monitorar a qualidade da água. Todos os dados são registrados em um banco de dados informatizado, com interfaces para controle e monitoramento, além de enviar notificações por e-mail aos responsáveis pelos eventos monitorados.

5.1.2. Tecnologias Habilitadoras

Nas tecnologias habilitadoras encontram-se sistema de análise, interfaces com o usuário (realidade virtual), tecnologias 3D (impressoras e scanners), inteligência artificial (aprendizado de máquina e redes neurais) e sistemas de localização (sistema de GPS), tecnologias de fornecimento de energia e sistemas de segurança inteligentes.

O subgrupo de tecnologias relacionadas ao sistema de segurança, em Campinas, foi o maior; dos 88 depósitos em tecnologias habilitadoras, 52% (46) encontram-se no subgrupo de segurança. Esses sistemas comportam tecnologias que envolvem a segurança e o sigilo das informações em sistemas conectados, tecnologias importantes para proteger informações estratégicas das empresas (CNI, 2020).

Quadro 17 - Número de códigos depositados no subgrupo security

Tecnologia	Código CPC	Nº depósitos
Security/Connectivity	H04L63/00	21
Security/Connectivity	G06F21/00	9
Security/Connectivity	H04L9/00	5
Security/Connectivity	G06F21/88	4

Security/Connectivity	H04W12/12	4
Security/Connectivity	H04W12/00	3

Fonte: Instituto de Economia da Unicamp e INPI

A segurança, juntamente com a conectividade, tem se destacado, visto a relação com invenções que lidam com sistemas de diagnóstico para grandes conjuntos de dados que muitas vezes são pessoais ou críticos. Assim, o acesso a essas informações precisam ser protegidas por meio de medidas de segurança. Os dois códigos com mais depósitos - H04L63/00 (21 depósitos) e G06F21/00 (9 depósitos) - indicam tecnologias que garantem a segurança da informação e a proteção de dados nas redes.

O código H04L63/00 inclui protocolos de comunicação para segurança de rede, que são mecanismos criptográficos ou arranjos criptográficos para comunicação secreta, segurança de rede sem fio, entre outros. A maioria dos depósitos desse código vem de empresas fabricantes de eletrônicos, como Samsung, LG, Motorola, Dell, Hewlett Packard (HP), e da empresa de telecomunicações Ericsson. O código G06F21/00 envolve disposições de segurança para proteção de computadores, programas ou dados contra atividade não autorizada.

O CPQD tem se mostrado com amplo portfólio para segurança digital e conectividade com soluções, tecnologias e serviços voltados as duas áreas. Na segurança digital, especificamente na área *blockchain*, tem desenvolvido o *Trace*, que proporciona rastreabilidade, compartilhamento seguro de dados, auditoria e a criação de contratos inteligentes em diversas cadeias produtivas. Por exemplo, o depósito da tecnologia no código G06F21/00 do CPQD tem invenção para fortalecer a segurança, descrevendo um novo método de análise que visa definir a governança de redes e aplicações *blockchain*. O objetivo é melhorar a eficiência e transparência dos processos decisórios, tanto na gestão das atividades diárias quanto na resolução de incidentes e imprevistos, o método busca evitar impasses e conflitos decorrentes de lacunas ou inconsistências nas regras de operação da rede e nas relações entre seus diversos participantes.

Em conectividade com o foco principal têm sido as redes privadas 4G e 5G, e um dos destaques é C2N¹⁷, plataforma de *software* que implementa um core de rede que tem o objetivo de levar mais conectividade às soluções de redes privadas 4G/5G e serviços FWA (acesso sem fio) oferecendo maior flexibilidade e redução de custos, ou seja, o C2N

¹⁷ CPQD. C2N. Disponível em: <https://www.cpqd.com.br/solucoes/c2n/>. Acesso em 06 de novembro de 2023.

é uma tecnologia habilitadora com transformação digital em diferentes mercados: cidades inteligentes, energia, indústria, tecnologias e serviços e telecom.

O código H04L9/00 abrange disposições para comunicação secreta ou segura e protocolos de segurança de rede. A empresa de Campinas Kryptus Segurança da Informação desenvolveu um sistema inovador. Este sistema revela um método seguro para identificação de dispositivos criptográficos do tipo HSM (*Hardware Security Module*) para certificação digital. O método soluciona os problemas existentes no uso de dispositivos criptográficos, garantindo que o equipamento não sofra intrusões ou alterações que possam facilitar a extração de chaves criptográficas ou outros parâmetros de segurança. Ele inclui a criação segura de chaves criptográficas, o uso dessas chaves para identificar o dispositivo e a capacidade de apagar as chaves e destruir a identidade do dispositivo se houver tentativa de acesso não autorizado ou substituição.

Seguido pelo sistema de segurança, o subgrupo relacionado à análise é o segundo maior, com 17% (15) das invenções. Essa tecnologia refere-se à análise de dados que permite a interpretação das informações, sendo essencial para a maioria das soluções da I4.0, onde a aquisição, o tratamento e a análise de dados são necessários (CNI, 2020).

Quadro 18 - Número de códigos depositados no subgrupo *analytics*

Tecnologia	Código CPC	Nº depósitos
Analytics/Hardware	G06F11/30	8
Analytics/Hardware	G05D23/19	5
Analytics/Hardware	G06F11/3495	2

Fonte: Instituto de Economia da Unicamp e INPI

O código G06F11/30 inclui “acesso, endereçamento ou alocação dentro de sistemas ou arquiteturas com entrada digital a partir de, ou saída digital para suportes de gravação de dados”. Para exemplificar a tecnologia, a Itron Soluções para Energia e Água Ltda. tem invenção para a um sistema de monitoramento de energia elétrica chamado osciloperturbógrafo, instalado em medidores de grandes consumidores de energia, como indústrias, ou em concessionárias de energia, como geradoras e distribuidoras. O sistema utiliza meios de comunicação como fibra ótica, telefone ou sistemas especiais fechados para enviar as informações registradas nos medidores para um banco de dados em um computador. Esses módulos permitem a leitura do medidor, a exportação e análise dos dados, além de oferecer funcionalidades como distribuição de tarefas, automação de leituras programadas, segurança da informação e compatibilidade com outros sistemas.

A empresa Bosch tem um sistema de rastreamento, como o SisBov, ligado a um sistema de gerenciamento de gado, especialmente configurado para rebanhos de gado bovino. O sistema inclui um dispositivo de leitura que captura informações de um brinco numerado em cada animal e as envia para uma central de processamento. A central processa essas informações e as envia para um dispositivo de gravação, que grava o código numérico processado em outro brinco. Essa integração permite um gerenciamento eficaz do gado, auxiliando na rastreabilidade e controle dos animais.

O código G05D 23/19 abrange controle e regulação pela caracterização pelo uso de meios elétricos. A Bosch tem um método de preaquecimento de temperatura de combustível injetado em motor de combustão. O método consiste reduzir a quantidade de combustível injetado em motores que podem ser alimentados com gasolina pura, etanol ou uma mistura de ambos. Ele é especialmente útil em motores localizados em ambientes com baixas temperaturas ou temperaturas extremamente frias.

Outro subgrupo tem 11% (10) dos pedidos de patentes ligados à inteligência artificial que podem gerar invenções com grande impacto que permitem aplicação de análise avançada e técnicas baseadas em lógica, incluindo aprendizado de máquina, interpretação de eventos, análise de tendências e comportamentos de sistemas, automação de decisões e ações. Os demais subgrupos encontram-se em sistema de energia, pois essas tecnologias possibilitam a administração inteligente de controle de energia (CNI, 2020).

5.1.3. Tecnologias de Aplicação

As invenções nos setores de aplicação também se relacionam com as tecnologias habilitadoras e centrais. Os domínios de aplicação referem-se às aplicações finais e recombinaatórias das tecnologias 4.0 em diferentes partes da economia, tais como aplicações para artigos pessoais (dispositivos vestíveis e de monitoramento de saúde), aplicações para o ambiente residencial (casas inteligentes), automóveis (direção autônoma), empresas (sistemas autônomos para escritórios), indústria (sistemas de integração máquina à máquina) e infraestrutura, como redes inteligentes de transporte (LAFFI e BOSCHMA, 2021).

O grupo de setores de aplicação apresenta uma distribuição de patentes mais diversa entre partes do seu subgrupo: Enterprise (56%), Infrastructure (19%), Personal (19%), Analytics (17%).

Quadro 19 - Número de códigos depositados no subgrupo *enterprise*

Tecnologia	Código CPC	Nº de depósitos
Enterprise	G06Q10/06	37
Enterprise	A01K29/005	31
Enterprise	G06Q30/0207	14
Enterprise	G06Q50/22	14
Enterprise/Manufacture/Infrastructure	G06Q10/00	11
Enterprise	A01K11/004	8
Enterprise	A01B79/005	7
Enterprise	G06Q10/10	7
Enterprise	G06Q50/02	7
Enterprise	A01C21/00	5
Enterprise	E04H6/422	5
Enterprise	G06Q20/425	5
Enterprise/Analytics/Connectivity	A61B6/581	5
Enterprise	A01D41/127	4
Enterprise	G06Q20/00	4
Enterprise	G06Q30/00	3

Fonte: Instituto de Economia da Unicamp e INPI

O *enterprise* será ligado a empresas não industriais com aplicações para empresas e negócios, voltado para atividades de escritórios, e os produtos são evidenciados pelos códigos G06Q10/06 (37 depósitos) e A01K29/005 (31 depósitos). O código, por exemplo, G06Q10/06 tem sua subclasse G06Q para TIC especialmente adaptada para propósitos administrativos, comerciais, financeiros etc. Já o código inteiro do grupo até seu subgrupo (10/06) refere-se ao gerenciamento de recursos, fluxos de trabalho, recursos humanos ou projetos; planejamento empresarial ou organizacional; modelos organizacionais ou empresariais.

O código A01K29/005 é ligado a aparelhos para criação de animais, monitoramento ou medição de atividades. Tendo a Unicamp como exemplo, há um depósito de patente de uma tecnologia para um sistema de monitoramento e detecção de estro e doenças em animais, método de detecção de estro e doenças em animais e dispositivo de aquisição e análise de imagens térmicas. A presente invenção tem um sistema e um método que auxilia o monitoramento de animais, produtividade de temperatura e utilização de técnicas de termografia. Com base nessas origens, o sistema e o método detectam mudanças na temperatura corporal e identificam antecipadamente a incidência provável de doenças, como mastite, mastite subclínica e/ou estro dos referidos animais.

O código G06Q50/22 inclui serviço social ou bem-estar social, que são atividades de apoio à comunidade ou serviços de aconselhamento. A Unicamp tem um “método estimado de difusão de problemas ecológicos” e essa invenção trata de um método estimado para calcular a propagação de problemas ecológicos, como a disseminação de um vírus em uma população.

Quadro 20 - Número de códigos depositados no subgrupo *infrastructure*

Tecnologia	Código CPC	Nº de depósitos
Infrastructure/Connectivity	H02J13/0006	31
Infrastructure	G06Q50/06	18

Fonte: Instituto de Economia da Unicamp e INPI

É possível notar uma integração entre as tecnologias de aplicação (infraestrutura) com a central (conectividade) por meio da sobreposição de infraestrutura e conectividade, refletindo a necessidade de encontrar soluções para adoção dessas tecnologias para desenvolver e conectar dispositivos. Apenas a infraestrutura é para aplicações de redes inteligentes, as invenções permitem reações rápidas e automatizadas nos níveis de utilização de energia.

O código H02J13/0006 refere-se a tecnologias e inovações relacionadas ao controle e gerenciamento do fornecimento de energia elétrica em veículos elétricos. Isso pode incluir circuitos e sistemas para otimizar a eficiência da energia, gerenciar a carga da bateria e controlar a distribuição de energia no veículo.

O código G06Q50/06 envolve sistemas ou métodos especialmente adaptados para setores de negócios específicos, por exemplo, serviços de utilidade pública ou turismo, nesse caso especificamente o código é para fornecimento de eletricidade, gás ou água. O CPQD tem depósito de patente para método de desenvolvimento de aplicações voltadas à internet das coisas. O método envolve infraestrutura de comunicação e informação que assegura cobertura, capacidade e velocidade necessárias para se viabilizar a efetiva automação dos processos real-time. Segue os conceitos de IoT, visando a multiplicação de aplicações e aprimoramento da otimização do custo e o aumento da produtividade, mantendo sempre os princípios da escalabilidade no desenvolvimento das aplicações. No caso da tecnologia do CPQD, uma de suas aplicações é para a agricultura, pesca e mineração.

Quadro 21 - Número de códigos depositados no subgrupo *personal*

Tecnologia	Código CPC	Nº de depósitos
Personal/3D systems	A61B34/10/A61C13/0004/A61C7/002/A61F2002/30943	23
Personal/Enterprise/Analytics/Artificial intelligence/Hardware	A61B5/7264	15
Personal	D06P7/00/G09B1/00/H04M1/00	10
Personal/Analytics/Power Supply/Connectivity	A61B8/4472	9
Personal/Connectivity	A61B90/98	3
Personal/Hardware	A61M2016/0015	2

Fonte: Instituto de Economia da Unicamp e INPI

A análise do quadro 21 mostra que os códigos se referem à área da saúde e abrangem desde dispositivos de imagem e diagnóstico médico até sistemas avançados de monitoramento de saúde e administração de medicamentos. Os artigos pessoais (*personal*) atraíram grande número de pedidos de patentes, em Campinas, com presenças de diversas outras tecnologias, principalmente com crescimento rápido para a tecnologia 3D, com os códigos A61B34/10-A61C13/0004-A61C7/002- A61F2002/30943 (23 depósitos), em seguida pelas tecnologias de análise de dados (*analytics*), inteligência artificial, sistema de energia, *hardware* e conectividade. Nota-se, portanto, que os artigos pessoais estarão atribuídos aos sete campos das tecnologias habilitadoras, uma convergência entre a tecnologia de aplicação com a habilitadora, ou seja, o caso da tecnologia de artigos pessoais com a tecnologia 3D.

Para exemplificar a manufatura aditiva em próteses, a classificação A61B34/10 diz respeito à cirurgia auxiliada por computador, manipuladores ou robôs especialmente adaptados para uso em cirurgia, sendo assim planejamento, simulação ou modelagem de operações cirúrgicas auxiliadas por computador. A classificação A61C7/002 é para ortodontia, isso quer dizer, obtenção da ou manutenção na posição dos dentes, como endireitamento, igualar, regulagem e peças.

A Unicamp apresenta tecnologia com essas duas classificações que é o “método para reposicionamento automático de segmentos ósseos maxilares em planejamento virtuais tridimensional”. A presente invenção consiste em um método dedicado à automatização do reposicionamento de segmentos ósseos maxilares no crânio, realizado

em ambiente virtual tridimensional. o método atua sobre três segmentos ósseos: a maxila, o corpo da mandíbula e o queixo, movendo-os para suas posições adequadas no crânio.

O código A61B5/7264 (15 depósitos) refere a classificação de dispositivos médicos que monitoram as características fisiológicas do corpo humano usando métodos elétricos ou magnéticos. Essa tecnologia é utilizada em dispositivos vestíveis e equipamentos de monitoramento contínuo de saúde para medir frequência cardíaca, pressão arterial, níveis de oxigênio etc.

A Samsung tem uma invenção de “detecção de sono quase em tempo real em um dispositivo *wearable* baseado em rede neural artificial”. É um método aprimorado de detecção de início/deslocamento do sono baseado em uma rede neural compacta que é executada em um dispositivo vestível que processa dados de sensores quase em tempo real, o que significa acumular dados de alguns minutos em vez de segundos antes de iniciar as previsões.



CONCLUSÕES

A literatura destaca que a Indústria 4.0 é caracterizada por um conjunto de novas tecnologias capazes de articular, em tempo real e automaticamente, uma quantidade incalculável de informações produzidas por pessoas e dispositivos, conduzindo a profundos efeitos sociais e econômicos. Essas inovações técnicas incluem a Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA), computadores quânticos, computação em nuvem, *big data*, impressão 3D, entre outras. O impacto das tecnologias na indústria 4.0 tem proporcionado novas estruturas e inter-relacionamentos espaço-temporais diversos com implicações de ordem social, territorial e regional que ainda precisam ser investigadas em profundidade (SILVA e EGLER, 2004). Corroborando com Laffi e Boschma (2021), para uma região passar para a criação de conhecimento 4.0, significa conseguir explorar ao máximo todos os elementos necessários para chegar à fronteira da inovação.

Apesar de ser um tema que vem atraindo atenção, ainda há poucos estudos no Brasil que visam entender o potencial de desenvolvimento das tecnologias 4.0 nas diferentes regiões brasileiras. Há pouco entendimento sobre quais regiões têm o real potencial de diversificar para as tecnologias da Quarta Revolução Industrial. Além disso, há poucas evidências sobre a Indústria 4.0 na Geografia e os fatores que definem a prontidão de uma região para incorporar essas tecnologias. Embora não tenha sido

possível aprofundar nos campos de aplicação das tecnologias 4.0 na região metropolitana de Campinas, sugere-se, para futuras pesquisas, examinar as especificidades do campo de atuação das tecnologias nas diferentes regiões brasileiras.

Notoriamente as tendências da I4.0 variam de acordo com a localidade geográfica e as indústrias envolvidas; assim, é importante entender os resultados que levam a forma e a intensidade de mudanças para cada região. Afirmar-se que as novas tecnologias pertencerão a regiões mais dinâmicas, intensificando a desigualdade regional. Os elementos apontados neste texto permitem concluir que a região de Campinas constitui importante área para consolidação e desenvolvimento da I4.0. Isso se deve à base técnica e científica existente, ao mercado de trabalho profissional, infraestrutura física disponível, além da proximidade de outros centros potenciais para a I4.0. Apesar da pouca compreensão de tal efeito, o *know-how* local em uma tecnologia 4.0 pode ser chave para uma região diversificar em outras tecnologias 4.0 (LAFFI e BOSCHMA, p. 8, 2021).

A descoberta da pesquisa realizada mostra que, por meio das patentes as empresas existentes de Campinas, o município ainda não sofreu mudanças fundamentais, mesmo no que se refere às empresas que estão numa região economicamente avançada e que operam uma variedade de indústrias com baixo desempenho para depósito de patentes. A Unicamp, por sua vez, mais as instituições científicas e tecnológicas de Campinas estão no centro de inovação, responsáveis pela maior parcela dos depósitos realizados de patentes da indústria 4.0 na escala nacional.

Pode afirmar que, no Brasil, não serão as empresas fabricantes que desenvolverão patentes da indústria 4.0, mas as instituições públicas que se tornam fornecedoras de soluções para as empresas, incluindo treinamento tecnológico, consultorias e serviços. Isso é interessante, pois vai além das empresas industriais como atores para produção do conhecimento tecnológico, com a abordagem de atores como universidades e institutos de pesquisa, que são fortes na criação de tecnologias.

Considero, com base na pesquisa, que Campinas possui potencial para diversas tecnologias da I4.0, com destaque nas seguintes áreas: 1) Tecnologias Centrais – *Hardware*, *Software* e Conectividade (IoT). 2) Tecnologia Habilitadora – Inteligência artificial, análise de dados (IoT). 3) Setores de aplicação na saúde – Manufatura aditiva aplicada à saúde e biofabricação.

Estabelece-se, assim, que o setor de tecnologia será desenvolvido em torno das universidades e centros de pesquisa existentes, por ter a massa crítica de pessoas qualificadas. No que diz respeito as instituições de Campinas o caso do CTI Renato

Archer, ele tem se dedicado, historicamente, ao desenvolvimento de tecnologias fundamentais, como o uso da manufatura aditiva em próteses dentárias e ósseas, como quadril, joelhos e coluna vertebral, além de um grupo promissor de aplicações que diz respeito a implantes médicos, em particular para tecidos ou órgãos conhecidos como bioimpressão, que é visto como um mercado de enorme potencial, incluindo simulação computacional, sensores especiais e técnicas de inteligência artificial.

O CPQD tem atuado nos setores de rede e conectividade, inteligência artificial, computação avançada, privacidade e segurança, mobilidade e veículos autônomos, IoT e dispositivos inteligentes. São tecnologias mais prováveis de ocorrer no município, visto a expertise que as instituições apresentam.

O Parque Científico e Tecnológico da Unicamp é um ecossistema de inovação projetado para integrar a universidade a empresas para promover o desenvolvimento de tecnologias e empreendedorismo de base científica. Oferece uma infraestrutura moderna para abrigar incubadoras, *startups* e empresas de alta tecnologia, proporcionando um ambiente de colaboração entre a academia e as empresas para a transferência de tecnologias e o desenvolvimento de inovação. Conta com convênios, programas de apoio ao empreendedorismo como mentorias, acesso ao capital e consultorias especializadas, fortalecendo Campinas como um dos maiores polos de ciência, tecnologia e inovação do Brasil.

Considero que o assunto da temática da I4.0 atende a um novo paradigma, ou seja, disruptivo. Ainda exige mais pesquisas, visto que o estudo é complexo e precisa de muitas explicações para aprofundar o conhecimento sobre o que chamam de indústria 4.0. Aponto que nem toda mudança tecnológica está relacionada à I4.0; algumas podem estar associadas, ainda, à I3.0. De acordo para alguns autores a indústria 4.0 acontece pela fusão dos mundos físico, digital e biológico. Representa uma transformação profunda na forma como a tecnologia interage com a vida cotidiana e os processos produtivos. Para outros autores enfatizam que a I4.0 se concentra na digitalização, mas isso não significa necessariamente que estamos em um momento de ruptura, mas sim que estamos dentro do paradigma existente, que é das tecnologias da informação e comunicação (TICs).

As TICs constituem a espinha dorsal que funcionará para facilitar a formação e disseminação da I4.0. Pode-se considerar que a I4.0 é um marco para a aceleração das transformações, com tecnologias que se impõem como atual, ou seja, como diz Santos (p. 181, 2008) “[...] são um produto da história, e, em um segundo momento, elas são produtoras da história, já que diretamente participam desse processo”; enfim, são

tecnologias praticamente inevitáveis e irreversíveis. Mas é por dentro das técnicas das tecnologias da informação e comunicação (TIC) que se faz matéria-prima para I4.0.

A I4.0 depende da presença de trabalho qualificado, com educação avançada ou especializada, exigindo a capacidade dos trabalhadores em se adaptarem continuamente e aprenderem novas habilidades e abordagens em uma variedade de contextos. O conhecimento se torna o fator decisivo: quando há profissionais das áreas de formação tecnológica, mais preparada estará a região para adotar e gerar novas tecnologias.

A análise revela disparidades regionais relevantes: a capacidade da Indústria 4.0 permanece fortemente concentrada nas regiões metropolitanas. Assim, as políticas nos níveis nacional, regional e municipal são cruciais devido à diversidade das indústrias brasileiras, o que exige que as políticas públicas sejam ajustadas para os diferentes grupos e setores empresariais, cada um com suas particularidades.

A priorização de políticas regionais, com recursos voltados para setores tecnológicos específicos, proporciona às regiões a melhor chance de moldar a nova trajetória da indústria. No entanto, muitas vezes as políticas são difusas, dado que não se vê execução efetiva e atuação no cenário público, principalmente na área das tecnologias. Acredito que são pouco estruturadas; por exemplo, fala-se da necessidade de desenvolver inteligência artificial, no Brasil, e concordo que isso é fundamental. Mas para que o desenvolvimento se torne realidade e tenha impacto com uma política pública financiada pelo governo, é primordial que haja recursos financeiros disponíveis. Não adianta apenas debater inteligência artificial e *big data* sem a devida alocação de verbas. É essencial que as políticas na área de tecnologia estejam estruturadas para um planejamento claro e com recursos suficientes para sua efetivação. Só assim poderíamos tornar-nos competitivos na fronteira tecnológica nas áreas mencionadas ao longo do trabalho.

Requer que tenhamos uma política industrial que apoie os processos de transformações produtivas, mas também as transformações sociais. Apesar de focar mais na ideia de tecnologia, deve-se associar os desafios que a I4.0 coloca para os trabalhadores em termos de subordinação, risco de desemprego, e as novas regras trabalhistas. O tema da indústria 4.0 está fortemente marcado pela apresentação de um milagre para resolver os problemas humanos. Mas trata-se de um processo de acumulação capitalista a interpretação que coloca as novas tecnologias como produto de um desenvolvimento científico neutro e unilateral, que esconde uma ciência e técnica essencialmente capitalista, integrado à reprodução ampliada ao capital, coordenado a partir dos países centrais.

O Brasil conta com universidades e profissionais de alta qualidade formando mão de obra qualificada em áreas potenciais para os avanços na fronteira tecnológica. Contudo, muitas vezes, as inovações tecnológicas e as propriedades intelectuais geradas por profissionais brasileiros acabam sob o domínio de empresas estrangeiras. Ou isso ocorre porque, frequentemente, o desenvolvimento dessas tecnologias é coordenado pelas matrizes das multinacionais, que preferem centralizar as inovações em seus países de origem, visto que não é interesse delas desenvolver no território brasileiro. Deste jeito, o Brasil perde a oportunidade de fortalecer a criação tecnológica em empresas nacionais, mas para ter esse avanço das empresas nacionais é necessário que elas disponham de recursos necessários para custear o desenvolvimento de projetos tecnológicos mais avançados.

Aponto que o paradigma seja menos tecnológico e mais sobre aspectos estruturais, apresento ideias, como políticas públicas de incentivo e projetos estruturantes ou de desenvolvimento setorial. Embora existam ações muito boas criadas, parece que elas não conseguiram produzir modelos virtuosos e duradouros. As instituições públicas desempenham papel fundamental, mas parecem muito distantes da realidade do mercado, pois falta que as tecnologias criadas cheguem, efetivamente, às indústrias brasileiras. Não podemos tornar mero consumidores das inovações tecnológicas que está quarta revolução industrial produzirá, caso não façamos nada, seremos meros consumidores passivos e exportadores de *commodities*. Isso demonstra que vamos continuar aprisionados, ainda, na indústria 2.0 e muito mal na indústria 3.0. Portanto, acredito que com o levantamento de informações que apresento tanto em âmbito nacional e, mais especificamente, Campinas, temos como importante ponto a análise das patentes para considerar os efeitos na indústria 4.0, ainda que seja difícil saber o que é e o que não é associado à indústria 4.0, pois é fundamental investir e fomentar essa transformação, já que ela é considerada o futuro das indústrias e das diferentes economias nacionais. Não é apenas uma necessidade, mas uma estratégia para garantir que o Brasil esteja à frente nas cadeias globais de valor e no avanço tecnológico.



REFERÊNCIAS

ABDELMAJIED, Fathy Elsayed Youssef. Industry 4.0 and its implications: concept, opportunities, and future directions. In: BÁNYAI, Tamás; BÁNYAI, Ágota; KACZMAR, Ireneusz (Org.). **Supply Chain – recent advances and new perspectives in the industry 4.0 era**. London: IntechOpen, 2022. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/11263>. Acesso em: 01 de outubro de 2022.

ASHEIM, Bjorn T.; GERTLER, Merick S. **The geography of innovation: regional innovation systems**. In: FAGERBERG, Jan; MOWERY, David C.; NELSON, Richard. *The Oxford Handbook Of Innovation*. Editora: Oxford University Press, 2005, p. 291-317).

ANTUNES, Ricardo; ALVES, Giovanni. As mutações no mundo do trabalho na era da mundialização do capital. **Revista Educação e Sociedade**, v. 25, n. 87, p. 335-351, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0101-73302004000200003>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/FSqZN7YDckXnYwfqSWqgGPp/?lang=pt>. Acesso em: 1 de outubro de 2024.

ANTUNES, Paulo Fernando Rocha. Marx, maquinaria e grande indústria: o desenvolvimento tecnológico no Livro I de Das Kapital. **Griot : Revista de Filosofia**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 36–55, 2017. DOI: 10.31977/grirfi.v16i2.780. Disponível em: <https://periodicos.ufrb.edu.br/index.php/griot/article/view/780>. Acesso em: 1 out. 2024.

ARAUJO, Wecio Pinheiro. Marx e a indústria 4.0: trabalho, tecnologia e valor na era digital. **Revista Katálisis** [online]. 2022, v. 25, n. 1 [Acessado 5 Junho 2022] , pp. 22-32. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1982-0259.2022.e82591>>. Epub 10 Jan 2022. ISSN 1982-0259. <https://doi.org/10.1590/1982-0259.2022.e82591>.

BALDONI, L. A implantação do novo espaço de CT&I da Região Metropolitana de Campinas (SP): Parque Científico e Tecnológico da Unicamp. **Boletim Campineiro de Geografia**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 105–126, 2014. DOI: 10.54446/bcg.v4i1.118. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-campineiro/article/view/2489>. Acesso em: 27 jun. 2023.

BALLAND, Pierre-Alexandre; BOSCHMA, Ron. Mapping the potentials of regions in Europe to contribute to new knowledge production in industry 4.0 technologies. **Regional Studies**, v. 55, p. 1652-1666, 2021.

BAKER, Paul MA; GASPARD, Helaina; ZHU, Jerry A. Industry 4.0/digitalization and networks of innovation in the North American regional context. **European Planning Studies**, v. 29, p. 1708-1722, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09654313.2021.1963053?journalCode=ceps20>. Acesso em: 15 de novembro de 2022.

BECKER, Bertha K. O uso político do território: questões a partir de uma visão do terceiro mundo. In: BECKER, Bertha K.; COSTA, Rogério Haesbaert da; SILVEIRA, Carmen Beatriz (Org.). **Abordagens políticas da espacialidade**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ Departamento de Geografia, 1983, p. 1-21.

BECKER, Bertha K. A (des)ordem global, o desenvolvimento sustentável e a Amazônia. In: BECKER, Bertha K.; CHRISTOFOLETTI, Antonio; DAVIDOVICH, Fany R.; GEIGER, Pedro P. (Org.). **Geografia e Meio Ambiente no Brasil**. São Paulo: Editora Hucitec, 1995.

BECKER, B. K. Geopolítica da Amazônia. **Estudos Avançados**, [S. l.], v. 19, n. 53, p. 71-86, 2005. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10047>. Acesso em: 8 maio. 2022.

BECKER, Bertha K. A geopolítica na virada do milênio: logística e desenvolvimento sustentável. In: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo Cesar da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato (Org.). **Geografia: Conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2000.

BRASIL. **Lei nº 13.089, de janeiro de 2015**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/13089.htm. Acesso em: 11 de março de 2022.

BRASIL. **Plano de ação para a neoindustrialização 2024-2026**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/composicao/se/cndi>. Acesso em: 18 de abril de 2024.

BREDA, Diógenes Moura. **Ensaio sobre cegueira: indústria 4.0 na América Latina**. Disponível em: <https://www.hemisferioizquierdo.uy/single-post/2018/06/17/Ensayo-sobre-la-ceguera-la-industria-40-en-Am%C3%A9rica-Latina>. Acesso em: 30 de maio de 2024.

CAIADO, Aurílio. S. C.; PIRES, Maria C. S.; SANTOS, Sarah M. M. dos; MIRANDA, Zoraide A. I. O município de Campinas. In: CANO, Wilson; BRANDÃO, Antônio. (Org.). **Região Metropolitana de Campinas**. Campinas: Editora Unicamp, 2002.

CAIADO, Maria C. S.; PIRES, Maria C. S. Campinas metropolitana: transformações na estrutura urbana atual e desafios futuros. In: CUNHA, José M. P. da. (Org.). **Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação**. Campinas: NEPO/Unicamp, 2006, p. 275-304.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Campinas. Plano Diretor de Campinas. **Proposta para revisão participativa da Lei do Uso e Ocupação do Solo**. Campinas: Prefeitura de Campinas, 2015.

CAPPA, Josmar; SPERANCINI, José Henrique Bassi Souza; CUNHA, Amanda Ferri. Análise do Aeroporto Internacional de Viracopos como indutor do desenvolvimento regional. **Revista GEOSUL**, v. 32, n. 64, p. 31-46, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/2177-5230.2017v32n64p31>. Acesso em: 04 de novembro de 2023.

CAPPA, Josmar. O Aeroporto Internacional de Viracopos como fator de desenvolvimento para a região de Campinas e competitividade internacional para empresas. **Revista Econômica**, v. 12, n. 1, p. 156-175, 2010. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/revistaeconomica/article/view/34828>. Acesso em: 01 de agosto de 2023.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2002.

CARMONA, Ronaldo. Pensamento geopolítico brasileiro: trajetória, grandes temas e novos desafios reflexões por ocasião dos 70 anos da Escola Superior de Guerra. **Revista da Escola Superior de Guerra**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 70, p. 162-188, 2019. Disponível em: <https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/article/view/1068>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

CAPELLO, Roberta; LENZI, Camila. Industry 4.0 and servitisation: regional patterns of 4.0 technological transformations in Europe. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 173, p. 2-14, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162521005977>. Acesso em: 16 de outubro de 2021.

CNI. **As invenções da 4ª revolução industrial: uma análise dos dados de patentes no Brasil**. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2020/1/invencoes-da-4-revolucao-industrial-uma-analise-dos-dados-de-patentes-no-brasil/>. Acesso em: 07 de setembro de 2022.

CPQD. **Radar conecte-se ao novo 2023**. Disponível em: <https://www.cpqd.com.br/noticias/cpqd-lanca-a-edicao-2023-do-radar-conecte-se-ao-novo/>. Acesso em: 10 de abril de 2023.

CORRÊA, Roberto Lobato (Org.). **Geografia: Conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2000.

CORRADINI, Carlo; SANTINI, Erica; VECCIOLINI, Claudia. The geography of industry 4.0 technologies across european regions. **Regional Studies**, v. 55, p. 1667-1680, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00343404.2021.1884216?journalCode=cres20>. Acesso em: 04 de julho de 2022.

COSTA, B. M. R. Forma valor e valorização do espaço: notas para um debate na geografia crítica. **GeoTextos**, [S. l.], v. 17, n. 2, 2021. DOI: 10.9771/geo.v17i2.46438. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/geotextos/article/view/46438>. Acesso em: 30 set. 2024.

COSTA, Jodival Maurício; UEDA, Vanda. Redes técnicas e território: notas sobre a reticulação espacial. **Revista Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 32, p. 131-145, 2007. Disponível em: https://www.oasisbr.ibict.br/vufind/Record/UFRGS-21_99793c7ec3829bf7c7381da4326fbf9a. Acesso em: 05 de setembro de 2022.

CLAVALL, P. Geografia econômica e economia. **GeoTextos**, [S. l.], v. 1, 2008. DOI: 10.9771/1984-5537geo.v1i1.3028. Disponível em: **Erro! A referência de hiperlink não é válida.** fba.br/index.php/geotextos/articulo/view/3028. Acesso em: 22 set. 2021.

CIFFOLILLI, Andrea; MUSCIO, Alessandro. Industry 4.0 national and regional comparative advantage in key enabling technologies. **European Planning Studies**, V. 26, p. 2323-2343, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09654313.2018.1529145>. Acesso em: 05 de julho de 2022.

DOLOREAU, David. What we should know about regional systems of innovation. **Technology in Society**. v. 24, n. 3, p. 243-263, 2000. Disponível em: <https://www.science-direct.com/science/article/pii/S0160791X02000076#:~:text=RSI%20results%20from%20a%20territorially,each%20other%20and%20public%20institutions>. Acesso em: 10 de outubro de 2021.

DIEGUES, Antônio Carlos; ROSELINO, José Eduardo. Indústria 4.0 e as redes globais de produção e inovação em serviços intensivos em tecnologia: uma tipologia e apontamento de política industrial e tecnológica. **Texto para Discussão (Campinas)**, v. 1, p. 1-23, 2019. Disponível em: https://www.eco.unicamp.br/n-eit/images/destaque/TD356_Antonio_Carlos_Diegues.pdf. Acesso em: 18 de abril de 2023.

DIEGUES, Antônio Carlos; ROSELINO, José Eduardo. Política Industrial e Indústria 4.0: uma retomada do debate em um cenário de transformações no paradigma tecnoprodutivo. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 19, 2020. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbi/a/fQ9hVwmpfFjjSLksKnzpd3x/>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

DINIZ, Clélio Campolina; GONÇALVES, Eduardo. Economia do conhecimento e desenvolvimento regional no Brasil. In: DINIZ, Clélio Campolina; LEMOS, Mauro Broges (Org.). **Economia e território**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

DUNDES, Ana Cláudia. **O processo de (des) industrialização e o discurso desenvolvimentista em Presidente Prudente - SP**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 1998.

EPO. **Patents and the Fourth Industrial Revolution: the inventions behind digital transformation**. Disponível em: <https://www.epo.org/service-support/publications.html?pubid=163#tab3>. Acesso em: 07 outubro de 2022.

FERNANDES, A C. Sistema territorial de inovação ou uma dimensão de análise na geografia contemporânea. In: Eliseu Savério; SILVA, Charlei A; SANT'ANNA NETO, João Lima; MELAZZO, Everaldo Santos. (Org.). **A diversidade da Geografia brasileira. Escalas e dimensões da análise e da ação**. 1ed. Rio de Janeiro: Consequência, 2016, v. 1, p. 168-198.

FERNANDES, José Alberto Rio; TRIGAL, Lorenzo López; SPOSITO, Eliseu Savério. **Dicionário de geografia aplicada: terminologia da análise, do planejamento e da gestão do território**. Portugal: Editora Porto, 2016.

FERNANDES, Ricardo; GAMA, Rui. Sociedade do conhecimento e territórios inteligentes: o sistema de conhecimento de Coimbra. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/12401>. Acesso em: 04 de setembro de 2023.

FINATTI, R. CONDOMÍNIOS EMPRESARIAIS EM ÁREAS METROPOLITANAS DO ESTADO DE SÃO PAULO: UMA NOVA ESTRATÉGIA IMOBILIÁRIA. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, [S. l.], v. 13, n. 3, p. 11-28, 2009. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2009.74138. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/74138>. Acesso em: 8 maio. 2022.

FREITAS-FIRKOWKI, Olga Lúcia Castreghini. Metrôpoles: do conceito à realidade. O que revela a estrutura metropolitana de Curitiba e Belém. In: MOURA, Rosa; FREITAS-FIRKOWKI, Olga Lúcia Castreghini. **Espaços metropolitanos: processos, configurações, metodologias e perspectivas emergentes**. Rio de Janeiro: Editora Letra Capital, 2021.

FRASKE, T. Industry 4.0 and its geographies: A systematic literature review and the identification of new research avenues. **Digital Geography and Society**, v. 3, p. 100031, 1 jan. 2022.

FUCHS, Christian. Industry 4.0: the digital german ideology. **TripleC Communication, capitalismo e critique**, v. 16, n. 1, p. 281-289, 2018. Disponível em: <https://www.triplec.at/index.php/tripleC/article/view/1010>. Acesso em: 22 de abril de 2023.

GALIMBERTI, Umberto. A dimensão racional da técnica e a modelagem da vida. [Entrevista concedida a] Márcia Junges e Ricardo Machado, **IHU On-line**, São Leopoldo, n. 457, 27 out. 2014. Disponível em: <https://www.ihuonline.unisinos.br/artigo/5732-umberto-galimberti>. Acesso em: 29 de outubro de 2022.

GOMES, Maria Terezinha Serafim. **O processo de reestruturação produtiva em cidades médias do Oeste Paulista: Araçatuba, Birigui, Marília, Presidente Prudente e São José do Rio Preto**. Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. 2007

GOTTMANN, Jean. A evolução do conceito de território. **Boletim Campineiro de Geografia**. Campinas, v. 2, n. 3, p. 523-545, 2012. Tradução: Isabela Fajardo e Luciano Duarte. Revisão: Fabricio Gallo. Disponível em: <http://agbcampinas.com.br/bcg/index.php/boletim-campineiro/article/view/86>. Acesso em: 01 de maio de 2022.

GOTTMANN, Jean. **The Significance of territory**. The University Press Of Virginia Charlottesville, 1973.

HASSINK, Robert; ISAKSEN, Arne; TRIPPL, Michaela. Towards a comprehensive understanding of new regional industrial path development. **Regional Studies**, v. 53, n. 11, p. 1636–45, 2019. doi:10.1080/00343404.2019.1566704. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00343404.2019.1566704>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

HARVEY. David. **A loucura da razão econômica: Marx e o capital no século XXI**. São Paulo: Editora Boitempo, 2018.

HARVEY. David. **Os limites do capital**. São Paulo: Editora Boitempo, 2013.

HAESBAERT, Rogério. **O Mito da desterritorialização: do “fim dos territórios” à multiterritorialidade**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2004.

HAESBAERT, Rogério. Concepções de território para entender a desterritorialização. In: SANTOS, Milton; BECKER, Bertha K et al. **Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial**. Rio de Janeiro: Editora Lamparina, 2007.

HAESBAERT, Rogério; LIMONAD, Ester. **O território em tempos e globalização**. Rio de Janeiro: Editora Letra Capital, 2019. p. 189-205.

HERVAS-OLIVER, Jose-Luis; GONZALEZ-ALCAIDE, Gregorio; ROJAS-ALVARADO, Ronald; MONTO-MOMPO, Silva. Emerging regional innovation polices for industry 4.0: analyzing the digital innovation hub program in European regions. *International Business Journal*, v. 31, n. 1, p. 106-129, 2021. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CR-12-2019-0159/full/html>. Acesso em: 10 de julho de 2022.

HICKIE, Desmond; HICKIE, James. The impact of Industry 4.0 on supply chains and regions: innovation in the aerospace and automotive industries, **European Planning Studies**, 29:9, 1606-1621, 2021, DOI: [10.1080/09654313.2021.1963048](https://doi.org/10.1080/09654313.2021.1963048). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09654313.2021.1963048>. Acesso em: 14 de novembro de 2022.

HILPERT, Ulrich. Regional selectivity of innovative progress: industry 4.0 and digitization ahead. **European Planning Studies**, v. 29, n. 9, p. 1589-1605, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09654313.2021.1963047>. Acesso em: 12 de maio de 2022.

HUGHES, Carl; SOUTHERN, Alan. The word of work and the crisis of capitalism: Marx and the fourth industrial Revolution. **Journal of Classical Sociology**, v. 19, p. 59-79. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1468795X18810577>. Acesso em: 22 de abril de 2023.

IEDI. **Indústria 4.0: desafios e oportunidades para o brasil**. Disponível em: https://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_797.html. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

IBGE. **Regiões de influência das cidades 2018**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html>. Acesso em: 11 de outubro de 2021.

INPI. **Classificação de Patentes**. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/classificacao>. Acesso em: 19 de outubro de 2022.

INPI. **Indicadores de Propriedade Industrial 2020: O uso do sistema de propriedade industrial no Brasil**. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/estatisticas/relatorios/indicadores-de-propriedade-industrial.pdf>. Acesso em: 16 de março de 2024.

JÚNIOR LIMA, Paulo; DECONTO, Diomar Caríssimo; NETO, Ricieri Andrella; CALVALCANTI, Cláudio José de Holanda; OSTERMANN, Fernanda. Marx como referencial para análise de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Ciência e Educação**, v. 20, n. 1, p. 175-194, 2014. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/pf6tyHFWWXpcdW57GcYdK8b/#>. Acesso em: 07 de junho de 2024.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. 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, Acatech— National Academy of Science and Engineering, 2013. Disponível em: <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>. Acesso em: 02 de novembro de 2022.

KON, Anita. Sobre Inovação Tecnológica, Tecnologia Apropriada e Mercado de Trabalho. Dossiê: Trabalho e Tecnologia. **Revista Ciências do Trabalho**, São Paulo, n. 9, p. 1-14, 2017. Disponível em: <https://rct.dieese.org.br/index.php/rct/article/view/137>. Acesso em: 13 de Agosto de 2021.

LAFFI, Matteo; BOSCHMA, Ron. Does a local knowledge base in industry 3.0 foster diversification in industry 4.0 technologie? Evidence from European regions. **Regional Science Association International**, v. 101, p. 5-35, 2021. Disponível em: <https://rsaconnect.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/pirs.12643>. Acesso em: 21 de junho de 2022.

LENCIONI, Sandra. **Metrópole, metropolização e regionalização**. Rio de Janeiro: Editora Consequência, 2017.

Lepore, Dominique; Spigarelli, Francesca. Integrating Industry 4.0 plans into regional innovation strategies, **Local Economy**, v. 35, n. 5, p. 496-510, 2020. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0269094220937452>. Acesso em: 07 de maio de 2024.

LUNA, Francisco; BAESSA, A. R.. Impacto das marcas e das patentes no desempenho econômico das firmas. In: João Alberto De Negri; Luis Claudio Kubota. (Org.). **Impacto das marcas e das patentes no desempenho econômico das firmas**. 1ed. Brasília: IPEA, 2008, v. 1, p. 463-501.

LUNDVALL, Bengt-Åke. **The learning economy and the economics of hope**. New York. Publisher Anthem Press, 2016.

Li Da Xu, Eric L. Xu & Ling Li (2018) Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal of Production Research**, 56:8, 2941-2962, DOI: [10.1080/00207543.2018.1444806](https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2018.1444806?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 10 de outubro de 2022.

LIAO, Yongxin; DESCHAMPS, Fernando; LOURES, Eduardo de Freitas Rocha; LUIZ, Felipe Pierin Ramos. Past, presente and future of industry 4.0 – a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, 55(12), 3609–3629. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>. Disponível em: *International Journal of Production Research*, 55(12), 3609–3629. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576>. Acesso em: 05 de julho de 2024.

MATIAS-PEREIRA, José; KRUGLIANSKAS, Isak. Gestão de inovação: a lei de inovação tecnológica como ferramenta de apoio às políticas industrial e tecnológica do Brasil. **RAE Eletrônica**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 1-21, 2005. <Disponível em: <http://www.rae.com.br/eletronica/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=1912&Secao=ARTIGOS&Volume=4&Numero=2&Ano=2005>>. Acesso em: 25 set. 2008.

MACHADO, Lia Osório. Sociedade urbana, inovação tecnológica e a nova geopolítica. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 55, n. 1/4, p. 5-12, 1993. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1993_v5_n1_n4.pdf. Acesso em: 04 de maio de 2022.

MAGALHÃES, F. N. C. Da metrópole à cidade-região: na direção de um novo arranjo espacial metropolitano?. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, [S. l.], v. 10, n. 2, p. 9, 2008. DOI: 10.22296/2317-1529.2008v10n2p9. Disponível em: <https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/198>. Acesso em: 11 set. 2024.

MARTIN, Ron; TYLER, Peter; STORPER, Michael; EVENHUIS, Emil; GLASMEIR, Amy. Globalization at a critical conjuncture? **Cranmbridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 11, p. 3-16, 2018. Disponível em: <https://academic.oup.com/cjres/article/11/1/3/4877030>. Acesso em: 16 de agosto de 2022.

MARTINELLI, Arianna; MINA, Andrea; MOGGI, Massimo. The enabling Technologies of industry 4.0: examining the seeds of the fourth industrial revolution. **Industrial and Corporate Change**, v. 30, p. 161–188, 2021. Disponível em: <https://academic.oup.com/icc/article/30/1/161/6104101>. Acesso em: 01 de maio de 2023.

MATUSHIMA, K. As abordagens teóricas da inovação: uma contribuição ao debate da Geografia da Inovação. In: GOMES, M. T. S.; TUNES, R. H.; OLIVEIRA, F. G. DE (Eds.). **Geografia da Inovação: território, redes e finanças**. Rio de Janeiro: Consequência, 2020. p. 59–102.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **A Ideologia Alemã**. Tradução de Luis Claudio de Castro e Costa. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2001.

MÉNDEZ, Ricardo. Innovación tecnológica y reorganización del espacio industrial: una propuesta metodológica. **Revista Eure**, v. xxiv, n. 73, p. 31-54, Santiago, 1998. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71611998007300002. Acesso em: 20 de janeiro de 2024l.

MORAES, Antonio Carlos Robert; COSTA, Wanderley Messias da. **Geografia crítica: a valorização do espaço**. São Paulo: Editora Hucitec, 1987.

MORCEIRO, Paulo César. Nova classificação de intensidade tecnológica da OCDE e a posição do Brasil. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/331476102_Nova_Classificacao_de_Intensidade_Tecnologica_da_OCDE_e_a_Posicao_do_Brasil#fullTextFileContent. Acesso em: 20 de agosto de 2023.

NARDEZ, Eduardo. **Crise econômica e indústria. Estrutura industrial em Presidente Prudente/SP**. Presidente Prudente: Trabalho de conclusão de curso - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências e Tecnologia,

Presidente Prudente, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/7ac2685f-a4c4-4bd1-8ce8-276157883f7a>. Acesso em: 16 de março de 2024.

NASSAR, Victor; VIEIRA, Milton Luiz Horn. A internet das coisas com as tecnologias RFID e NFC. p. 3238-3250 . In: **Anais do 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design [= Blucher Design Proceedings, v. 1, n. 4]**. São Paulo: Blucher, 2014. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/designpro-ped-00043. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/a-internet-das-coisas-com-as-tecnologias-rfid-e-nfc-12904>. Acesso em: 03 de novembro de 2022.

NOVAES, Henrique Tahan; DAGNINO, Renato. O fetiche da tecnologia. **Revista Org & Demo**, v. 5, n. 2, 2004. <https://doi.org/10.36311/1519-0110.2004.v5n2.411>. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/orgdemo/article/view/411>. Acesso em: 05 de junho de 2022.

PEREIRA JÚNIOR, Edilson. **Configurações espaciais produtivas e sistema urbano regional no Nordeste do Brasil**. In: XVII ENANPUR, n. 1, v. 17. São Paulo. Anais [...] São Paulo: ENANPUR, 2017. p. 2-23.

OFFNER, Jean-Marc. Les «effets structurants» du transport: mythe politique, mystification Scientifique. **Revista L'Espace géographique**, v. 22, n. 3, p. 233-242, 1993. Disponível em: https://www.persee.fr/doc/spgeo_0046-2497_1993_num_22_3_3209. Acesso em: 23 de março de 2023.

OLIVEIRA, Giovana Mendes. Uso do território para inovação. **Atas do VII Colóquio de Geografia Portuguesa, Trunfos de uma Geografia Activa: desenvolvimento local, ambiente ordenamento e tecnologia**, 2014. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/26268>. Acesso em: 03 de abril de 2022.

OTTONICAR, Selma Leticia Capinzaiki; VALENTIM, Marta Lúcia Pomim; MOSCONI, Elaine. Políticas públicas aplicadas A indústria 4.0: estudo comparativo entre o Brasil e o Canadá com foco na competência em informação. **Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação, [S. l.]**, v. 12, n. 2, p. 558-584, 2019. DOI: 10.26512/rici.v12.n2.2019.19596. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/RICI/article/view/19596>. Acesso em: 22 abr. 2024.

PINHEIRO, Flavio L.; BALLAND, Pierre-Alexandre; BOSCHMA, Ron; HARTMANN, Dominik (2022) The dark side of the geography of innovation: relatedness, complexity and regional inequality in Europe, **Regional Studies**, DOI: 10.1080/00343404.2022.2106362. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00343404.2022.2106362?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 10 de novembro de 2022.

PÓVOA, Luciano Martins Costa. **Depósitos de patentes de universidades brasileiras (1979-2004)**. Disponível em: <https://diamantina.cedeplar.ufmg.br/portal/download/diamantina-2006/D06A006.pdf>. Acesso em: 10 de julho de 2023.

PROPIS, Lisa de; BELLANDI, Marco. Regions beyond industry 4.0. **Regional Studies**, v. 55, p. 1606-1616, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00343404.2021.1974374>. Acesso em: 12 de maio de 2022.

PROPRIS, Lisa de; BAILEY, David. Pathways of regional transformation and Industry 4.0. **Regional Studies**, v. 55 (10–11), p. 1617–1629, 2021. <https://doi.org/10.1080/00343404.2021.1960962>. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00343404.2021.1960962>. Acesso em: 4 de julho de 2022.

QUINTINO, Luís F.; SILVEIRA, Aline Moraes; AGUIAR, Fernanda Rocha D.; et al. **Indústria 4.0**. Porto Alegre: Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788595028531. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595028531/>. Acesso em: 03 nov. 2022.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do poder**. São Paulo: Editora Ática S.A, 1980.

RABELLO, D.; BATISTA MENDES, D.; NARDEZ, E. Geografia, Geopolítica Mundial e a Pandemia da Covid-19. Entrevista com o Prof. Ruy Moreira. **Caderno Prudentino de Geografia**, [S. l.], v. 3, n. 44, p. 228–265, 2022. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/9551>. Acesso em: 23 ago. 2023.

REGIÃO CAMPINAS. **Inovação**. Disponível em: <https://regiaocampinas.org.br/indicadores/inovacao/>. Acesso em: 30 de outubro de 2022.

REVISTA FAPESP. **O Pipe e a quarta revolução industrial**. Edição 308, out 2021. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-pipe-e-a-quarta-revolucao-industrial/>. Acesso em: 16 de março de 2024.

ROSALINO, Luís Fernando. **Perfil econômico e mudanças na estrutura produtiva das cidades médias paulistas**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2007.

ROXO, Rafael. A formação urbana de Campinas (SP): de pouso à margem do caminho do ouro a lugar mundial. **Revista Geosul**, v. 35, n. 74, p. 39-63, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/1982-5153.2020v35n74p38>. Acesso em: 29 de outubro de 2022.

ROXO, Rafael. **Indústria, território e desenvolvimento desigual na região metropolitana de Campinas: tendências e modificações recentes**. Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

SAQUET, Marcos Aurelio. **Abordagens e concepções de território**. São Paulo: Editora Outras Expressões, 2013.

SAQUET, M.; CICHOSKI, P. Bertha Becker: uma contribuição à análise da sua concepção de geografia, espaço e território. **Revista Campo-Território**, [S. l.], v. 8, n. 15, 2013. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/campoterritorio/article/view/17459>. Acesso em: 22 mar. 2022.

SANTOS, Cristina d’Urso S.M. VERDE, Flávia R. V. WEID, Irene v.d. et al. **Inteligência artificial em máquinas e equipamentos**. <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/cresce-deposito-de-patentes-no-brasil-em-maquinas-e-equipamentos-que-usam-inteligencia-artificial>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

SANTOS, Milton. O retorno do território. In: SANTOS, Milton; SOUZA, Maria Adélia de; SILVEIRA, Maria Laura (Org.). **Território: globalização e fragmentação**. São Paulo: Editora Hucietec, 1996.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, Maria Laura. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. Rio de Janeiro: Editora Record, 2006.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: Técnica e Tempo. Razão e Emoção**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

SANTOS, Milton. O Dinheiro e o Território. **GEOgraphia**, v. 1, n. 1, p. 7-13, 9 set. 2009.

SANTOS, Regina Celia Bega dos. Campinas como pólo tecnológico na reestruturação do espaço urbano regional. In: CARLOS, Ana Fani Alessandri; LEMOS, Amália Inês Geraiges (Org.). **Dilemas urbanos: novas abordagens sobre a cidade**. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

SANTOS, Regina Célia Bega dos. Campinas como centro produtor e irradiador de alta tecnologia na estruturação do espaço urbano regional. **Scripta Nova. Revista Eletrônica de Geografia y Ciencias Sociales**, n. 69, v. 4, 2000. Disponível em: <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/280>. Acesso em: 25 de abril de 2023

SANTOS, Luiz Fernando Vieira Dos et al.. **A economia política de campinas: o circuito espacial produtivo de eletrônicos na era da indústria 4.0 e o papel da força de trabalho feminina**. Anais do XIV ENANPEGE... Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <<https://mail.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/77834>>. Acesso em: 17/05/2023 20:47.

SANTOS, Anelise Peixoto dos. **Tecnologias da indústria 4.0 e a distribuição regional no Brasil (1997-217)**. Dissertação (Mestrado), Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2023.

SANTOS, Luiz Fernando Vieira dos; CATAIA, Márcio. **A economia política do município de Campinas: o circuito espacial produtivo de eletrônicos na era da indústria 4.0 e o papel da força de trabalho feminina**. Anais do XIV ENANPEGE, Campina Grande, 2021. Disponível em: <https://mail.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/77834>. Acesso em: 16 de maio de 2023.

SANTOS, Adriana B. A.; FAZION, Cíntia B.; MEROE, Giuliano, P. S. Inovação: um estudo sobre a evolução do conceito de Schumpeter. **Caderno de Administração**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2011. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/caadm/artic/e/view/9014>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

SCHERRER, Walter. Industry 4.0 as a 'sudden change': the relevance of long waves of economic development for the regional level. **European Planning Studies**. 29:9, 1723-1737, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09654313.2021.1963054?src=recsys>. Acesso em: 05 de junho de 2023.

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. São Paulo: Editora Edipro, 2018.

SCOTT, Allen J.; AGNEW, John; SOJA, Edward W.; STORPER, Michael. Cidades-regiões globais. **Revista Espaços & Debates**, nº 41, 2001. Disponível em:

https://edisiplinas.usp.br/pluginfile.php/5857663/mod_resource/content/1/cidades%20regioes%20globais.pdf. Acesso em: 30 de junho de 2022.

SEADE. **Tipologias de intensidade tecnológica: revisão metodológica e aplicação para a análise da estrutura produtiva do estado de São Paulo**. Disponível em: https://metodologia.seade.gov.br/wp-content/uploads/sites/4/2021/05/Seade_Metodologia_Intensidade_Tecnologica.pdf. Acesso em: 29 de setembro de 2023.

SEADE. **Investimentos em centros de P&D em São Paulo**. Disponível em: <https://www.seade.gov.br/sao-paulo-investe-r-61-bilhoes-em-pd-ao-longo-da-decada/#:~:text=A%20Pesquisa%20de%20Investimentos%20Anunciados,no%20estado%20de%20S%C3%A3o%20Paulo>. Acesso em: 14 de maio de 2023.

SEADE. A evolução da indústria farmacêutica no estado de São Paulo. **Seade SP Economia**, n. 4, junho 2022. Disponível em: <https://economia.seade.gov.br/a-evolucao-da-industria-farmaceutica-no-estado-de-sao-paulo/#:~:text=A%20ind%C3%BAstria%20farmac%C3%AAutica%20localizada%20no,5%2C5%25%20do%20VTI>. Acesso em: 11 de abril de 2023.

SILVA, Valdenildo Pedro da; EGLER, Cláudio Antônio Gonçalves. A inovação em tempos de globalização: uma aproximação. **Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, v. 8, n.170, p. 1-5, 2004. Disponível em: <https://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-170-33.htm>. Acesso em: 24 de março de 2023.

SILVA, Gerardo; FONSECA, Maria de Lourdes. São Paulo, city-region: constitution and development dynamics of the São Paulo macrometropolis. **International Journal of Urban Sustainable Development**. v. 5, p. 65-76, 2013. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19463138.2013.782707>. Acesso em: 07 de agosto de 2022.

SMITH, Neil. **Desenvolvimento desigual: natureza, capital e produção do espaço**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 1983.

SONY, Michael; MEKOTH, Nandakumar. Employee adaptability skills for Industry 4.0 success: a road map. **Production & Manufacturing Research**, 10:1, 24-41, 2022. DOI: 10.1080/21693277.2022.2035281. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F21693277.2022.2035281>. Acesso em: 25 de janeiro de 2023.

SOUZA, José Lopes de. O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, Iná Elias de; GOMES, Paulo Cesar da Costa; CORRÊA, Roberto Lobato (Org.). **Geografia: Conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 2000.

SPOSITO, Eliseu Savério. Sobre o conceito do território: um exercício metodológico para a leitura da formação territorial do Sudoeste do Paraná. In: RIBAS, Alexandre Domingues; SPOSITO, Eliseu Savério; SAQUET, Marcos Aurelio (Org.). **Território e desenvolvimento: diferentes abordagens**. Francisco Beltrão: Editora Unioeste, 2004.

SPOSITO, Eliseu Savério. Rede urbana e eixos de desenvolvimento: dinâmica territorial e localização da indústria e do emprego no estado de São Paulo. In: SPOSITO, Eliseu Savério (org.). **O novo mapa da indústria do século XXI: diferentes paradigmas para a leitura das dinâmicas territoriais do estado de São Paulo**. São Paulo: Editora Unesp, 2015.

SPOSITO, Eliseu Savério. Cidade-região. In: SPOSITO, Eliseu Savério (Org.). **Glossário de geografia humana e econômica**. São Paulo: Editora Unesp, 2017.

SPOSITO, Eliseu S. Desenvolvimento regional do Brasil: uma leitura pela ótica da quarta revolução industrial. In: OLIVEIRA, Floriano Godinho de et al (org.). **Espaço e economia: geografia econômica e a economia política**. Rio de Janeiro: Editora Consequência, 2019, p. 19-47.

SPOSITO, Eliseu S.; SANTOS, Leandro B. Inovação tecnológica, manufatura avançada e os desafios às políticas industriais no Brasil. In: GOMES, Maria T. S., TUNES, Regina Hl, OLIVEIRA, Floriano G. (org.). **Geografia da inovação. Território, redes e finanças**. Rio de Janeiro: Consequência, 2020, p. 385-412.

SPOSITO, Eliseu Savério. A região do devir e a região do atraso. Uma leitura da região de Presidente Prudente. **Revista Confins**, Paris, v. 44, p. 1, 2020. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/27112>. Acesso em: 28 de dezembro de 2021.

SPOSITO, Eliseu Savério. Localização industrial em Presidente Prudente. **Revista Geografia**, v. 5/6, 1986/1987, São Paulo: Editora: Unesp, 1982.

STORPER, Michael. Territorialização numa economia global: possibilidades de desenvolvimento tecnológico, comercial e regional em economias subdesenvolvidas. In: LAVINAS, Lena; CARLEIAL, Liana Maria da Frota; NABUCO, Maria Regina (Org.). **Integração, região e regionalismo**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand, 1994.

STORPER, Michael. Regional Innovation Transitions. In: GLÜCKLER, J., SUDDABY, R., LENZ, R. (Org.) **Knowledge and institutionns**. Knowledge and Space, vol 13, 2018.

SUZIGAN, Wilson et al. Inovação e conhecimento: indicadores regionalizados e aplicação a São Paulo. **Revista de Economia Contemporânea** [online]. 2006, v. 10, n. 2 [Acessado 7 Agosto 2022], pp. 323-356. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-98482006000200005>>. Epub 22 Mar 2007. ISSN 1980-5527. <https://doi.org/10.1590/S1415-98482006000200005>.

SUZIGAN, Wilson, MUNHOZ Cerrón, Ana Paula e DIEGUES JUNIOR, Antonio Carlos. **Localização, inovação e aglomeração: o papel das instituições de apoio às empresas no Estado de São Paulo**. São Paulo em Perspectiva [online]. 2005, v. 19, n. 2 [Acessado 26 abril 2022], pp. 86-100. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-88392005000200008>>. Epub 01 Out 2007. ISSN 1806-9452. <https://doi.org/10.1590/S0102-88392005000200008>.

TAVARES, Jeferson. Formação da macrometrópole no Brasil: Construção teórica e conceitual de uma região de planejamento. **EURE (Santiago)**, Santiago, v. 44, n. 133, p. 115-134, sept. 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0250-71612018000300115&lng=es&nrm=iso>>. Acesso em: 19 maio de 2022. <http://dx.doi.org/10.4067/s0250-71612018000300115>.

TRAUTH-GOIK, Alexander. Repudiating the Fourth Industrial Revolution Discourse: A New Episteme of Technological Progress. **Word Futures: the journal of new paradigm research**, v, 44, p.55-78, 2020. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02604027.2020.1788357>. Acesso em 22 de abril de 2023

TRIPPL, M., GRILLITSCH, M.; ISAKSEN, A. (2018). Fontes exógenas de mudança industrial regional: Atração e absorção de conhecimento não local para o desenvolvimento de novos caminhos. **Progress in Human Geography**, 42 (5), 687–05. <https://doi.org/10.1177/0309132517700982>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/m/doi/full/10.1177/0309132517700982#bibr52-0309132517700982>. Acesso em: 07 de novembro de 2022.

TUNES, Regina. **Geografia da Inovação: território e inovação no Brasil no século XXI**. Tese (Doutorado), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

TUNES, Regina. **Geografia da inovação: o debate contemporâneo sobre a relação entre território e inovação**, *Espaço e Economia* [Online], 9 | 2016, posto online no dia 19 janeiro 2017, consultado o 26 março 2022. URL: <http://journals.openedition.org/espacoeconomia/2410>.

VALE, M. Conhecimento, Inovação e Território. **Finisterra**, [S. l.], v. 44, n. 88, 2009. DOI: 10.18055/Finis1364. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/view/1364>. Acesso em: 4 abr. 2022.

VERONESE, Alexandre. **A quarta revolução industrial e blockchain: valores sociais e confiança**. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, 2020. Disponível em: https://www.kas.de/documents/265553/265602/Cadernos+Adenauer+1_2020.pdf/6c8d2962-deab-c600-d72c-295cfbce7751?version=1.0&t=1588779800082. Acesso em: 16 de maio de 2022.

VIEIRA PINTO, Álvaro. **O conceito de Tecnologia**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005.

VIRACOPOS. **Aeroporto de Viracopos encerra 2021 com recorde histórico de movimentação de cargas**. Disponível em: https://www.viracopos.com/pt_br/noticias/aeroporto-de-viracopos-encerra-2021-com-recorde-historico-de-movimentacao-de-cargas.htm. Acesso em: 02 de novembro de 2023.

WISE, Raul Delgado. Migración calificada y desarrollo de las fuerzas productivas: hacia un replanteamiento de la cuestión del desarrollo de cara al siglo XXI. In: GOMES, M. T. S.; TUNES, R. H.; OLIVEIRA, F. G. DE (Eds.). **Geografia da Inovação: território, redes e finanças**. Rio de Janeiro: Consequência, 2020. p. 39–55.

Yongxin Liao, Fernando Deschamps, Eduardo de Freitas Rocha Loures & Luiz Felipe Pierin Ramos (2017) Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. **International Journal of Production Research**, 55:12, 3609-3629, DOI: [10.1080/00207543.2017.1308576](https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1308576). Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2017.1308576?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 10 de outubro de 2017.

XU, LI da; XU, Eric L.; LI, Ling. Industry 4.0: state of the art and future trends. **International Journal of Production Research**, v. 56, n. 8, p. 2941-2962, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2018.1444806>. Acesso em: 24 de outubro de 2023.

ZUCOLOTO, Graziela Ferrero. **Lei do Bem: impactos nas atividades de P&D no Brasil**. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/radar/temasradar/ciencia-tecnolo>

gia-2/14480-lei-do-bem-impactos-nas-atividades-de-p-d-no-brasil. Acesso em: 03 de outubro de 2021.

Anexo A

Parque Científico e Tecnológico da Unicamp

Perfil do Entrevistado

- 1) Identificação: nome e cargo que ocupa no Parque Científico e Tecnológico da Unicamp
- 2) Descreva seu perfil profissional – área de formação, experiências profissionais anteriores.
- 3) Desde quando está trabalhando no Parque Científico e Tecnológico da Unicamp

Atuação do Parque Científico e Tecnológico da Unicamp

- 4) Qual é o papel do Parque Científico e Tecnológico da Unicamp para apoiar e incentivar o desenvolvimento científico, tecnológico e inovação?
- 5) Como atendem à demanda das startups e incubadoras intensivas em conhecimento e tecnologia para a formação, capacitação e qualificação dessas empresas?
- 6) Como fornecem suporte para as startups e incubadoras consigam desenvolver atividades e pesquisas do Parque Científico e Tecnológico?
- 7) Como buscam envolver startups, incubadoras e investidores para o desenvolvimento e aplicação de conhecimento em inovação?
- 8) Quais são os ramos empresariais de Campinas e região que mais procuram o Parque Científico e Tecnológico da Unicamp?
- 9) Existe programas de desenvolvimento tecnológico e inovação com parcerias internacionais?
- 10) Como preparam as empresas incubadoras e startups para as propostas alinhadas aos editais do PIPE (FAPESP)?

Indústria 4.0

- 11) Como o Parque Científico e Tecnológico e as empresas instaladas no parque vem se posicionando em relação a essa mudança que chamam de quarta revolução industrial?
- 12) Como o Parque Científico e Tecnológico e as empresas instaladas no parque está acompanhando as tendências mundiais, amparadas por políticas públicas nacionais, estaduais e municipal, na construção de um ambiente que propicie à indústria 4.0?
- 13) O que as empresas do Parque Científico e Tecnológico da Unicamp tem desenvolvido de tecnologias nas áreas da indústria 4.0, por exemplo, Manufatura Aditiva ou Impressão 3D; Inteligência Artificial; Internet das Coisas (IoT), nanoeletrônica, Big Data, Inteligência artificial etc.?

- 14) O que as empresas do Parque Científico e Tecnológico da Unicamp tem feito para explorar novas ferramentas para agregação e desenvolvimento tecnológico voltados para indústria 4.0?
- 15) Existe oferta de cursos de iniciação e aperfeiçoamento técnico para captação dos profissionais para atuarem no ambiente da economia 4.0 e no desenvolvimento de tecnologias relacionadas?
- 16) Como o Parque Científico e Tecnológico envolve e articula com o setor privado, com vistas à utilização e exploração das vantagens competitivas nas tecnologias desenvolvidas nos laboratórios, visando o desenvolvimento de novos produtos ligados à indústria 4.0?
- 17) Como as empresas do Parque Científico e Tecnológico está se alinhando aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), principalmente a ODS 9 Indústria, Inovação e Infraestrutura para lidar com os desafios científicos e criar tecnologias que promovam o desenvolvimento sustentável?
- 18) Como apoiam as empresas na geração de Propriedade Intelectual no Parque Científico e Tecnológico da Unicamp?
- 19) Com base na sua experiência quais seriam os ramos empresariais e áreas que você acha que tem maior potencial em termos de tecnologias relacionadas à indústria 4.0 se destacarem primeiro no município?

Desafios

- 20) Quais os projetos futuros do Parque Científico e Tecnológico da Unicamp para as empresas que estão no município de Campinas?
- 21) Na sua opinião, quais são os principais desafios do Parque Científico e Tecnológico da Unicamp no desenvolvimento científico e tecnológico, em Campinas, hoje?
- 22) Quais são os avanços nas fronteiras tecnológicas que o Brasil precisa ter para afastar o colonialismo tecnológico e se reposicionar na Divisão Internacional do Trabalho?

Anexo B

Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI)

Perfil do Entrevistado

- 1) Identificação: nome e cargo que ocupa no CTI.
- 2) Descreva seu perfil profissional – área de formação, experiências profissionais anteriores.
- 3) Desde quando está trabalhando no CTI. Me conta um pouco mais do seu trabalho no CTI e o que vocês fazem?

Atuação do Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer

- 4) Qual é o papel do CTI para fomentar à indústria brasileira de alta tecnologia?
- 5) Como buscam aumentar a competitividade e produtividade das empresas brasileiras por meio das tecnologias desenvolvidas na instituição?
- 6) Como o CTI apoia o desenvolvimento tecnológico à pesquisa e à inovação nas empresas para uma diversificação industrial tanto na escala nacional, regional e municipal?
- 7) Qual é o impacto do CTI na economia regional, ou seja, que mudanças o entorno mais próximo de Campinas (sua área metropolitana) passa com as competências técnicas desenvolvidas pelo centro?
- 8) Quais são os ramos industriais de Campinas e região que mais procuram o CTI?
- 9) Existe colaboração de conhecimento com instituições de pesquisa, universidades e empresas? Quais são as áreas de colaboração?
- 10) Existe programas de desenvolvimento tecnológico e inovação, com vistas a atrair investimentos e parceiros internacionais para o CTI e empresas brasileiras, bem como incentivos a transferência de conhecimento tecnológico, tecnologias entre os países e internacionalização do empreendimento de base tecnológica?

Indústria 4.0

- 11) Existem políticas públicas, ações ou programas do CTI voltada à indústria 4.0? Quais seriam?
- 12) Como o CTI está acompanhando as tendências mundiais, amparadas por políticas públicas nacionais, na construção de um ambiente que propicie à indústria 4.0?
- 13) E como o CTI vem se posicionando em relação a essa mudança que chamam de quarta revolução industrial?
- 14) O que o CTI tem feito para explorar novas ferramentas para agregação e desenvolvimento à indústria 4.0?
- 15) Como promovem a oferta e o estímulo ao desenvolvimento de produtos, processos, serviços e soluções para a indústria 4.0?
- 16) Existe oferta de cursos de iniciação, aperfeiçoamento, técnico e pós-graduação para captação dos profissionais para atuarem no ambiente da economia 4.0 e no desenvolvimento de tecnologias relacionadas?
- 17) O que o CTI tem desenvolvido de tecnologias nas áreas da Manufatura Aditiva ou Impressão 3D; Inteligência Artificial; Internet das Coisas (IoT), nanoeletrônica, Big Data, Inteligência artificial etc.?
- 18) Quais são as tecnologias desenvolvidas pelos quatro principais eixos temáticos: indústria 4.0, saúde avançada, tecnologias habilitadoras e governo digital?

- 19) Como o CTI envolve e articula com o setor privado, com vistas à utilização e exploração das vantagens competitivas nas tecnologias desenvolvidas nos laboratórios, visando o desenvolvimento de novos produtos ligados à indústria 4.0?
 - 20) Com base na sua experiência nas empresas que procuram o CTI quais seriam as áreas que vocês acham que tem maior potencial em termos de tecnologias relacionadas à indústria 4.0 se destacarem primeiro no município e no país?
 - 21) Como o CTI está se alinhando aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), principalmente a ODS 9 Indústria, Inovação e Infraestrutura para lidar com os desafios científicos e criar tecnologias que promovam o desenvolvimento sustentável?
- Desafios**
- 22) Quais foram e estão sendo as respostas para gerar conhecimento e servir à sociedade no combate à Covid-19?
 - 23) O CTI tem alguma promoção de desenvolvimento territorial ou políticas específicas que sejam adaptadas para outras regiões, do Brasil, na intenção de orientar recursos direcionados a setores, tecnologias e atividades que ofereça a melhor ou a mais realista oportunidade de moldar as especificidades do local, com vistas a reduzir assimetrias regionais e agregar valor nas diversas cadeias produtivas locais?
 - 24) Quais os projetos futuros do CTI para as indústrias que estão no município de Campinas e região?
 - 25) Na sua opinião, quais são os principais desafios do CTI no desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil hoje?
 - 26) Quais são os avanços nas fronteiras tecnológicas que o Brasil precisa ter para afastar o colonialismo tecnológico e se reposicionar na Divisão Internacional do Trabalho?

Anexo C

Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações

Perfil do Entrevistado

- 1) Identificação: nome e cargo que ocupa no CPQD.
- 2) Descreva seu perfil profissional – área de formação, experiências profissionais anteriores.
- 3) Desde quando está trabalhando no CPQD.

Atuação do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações

- 4) Qual é o papel do CPQD para apoiar e incentivar o desenvolvimento científico, tecnológico e inovação?
- 5) Como buscam estimular e aumentar a competitividade e produtividade das empresas brasileiras por meio das tecnologias desenvolvidas no centro?

- 6) Como atendem à demanda das indústrias intensivas em conhecimento e tecnologia com a formação, capacitação e qualificação da mão de obra?
- 7) Qual é o papel que a unidade da EMBRAPPII proporciona para o CPQD na intenção de atrair projetos em parceria com as empresas?
- 8) Como fornecem suporte para Startups consigam desenvolver atividades e pesquisas nas áreas que o CPQD tem atuação?
- 9) Como buscam envolver empresas, centros de ciência e tecnologia e as universidades para o desenvolvimento e aplicação de conhecimento em inovação?
- 10) Quais são os ramos industriais de Campinas e região que mais procuram o CPQD?
- 11) Existe programas de desenvolvimento tecnológico e inovação com parcerias internacionais?
- 12) O município de Campinas é reconhecido, principalmente, no cenário nacional como um importante polo tecnológico, visto seu setor de software e serviços de tecnologia da informação e telecomunicação. Como o CPQD contribui nessa relevância do município?
- 13) Qual é o impacto do CPQD na economia regional, ou seja, quais mudanças o entorno mais próximo de campinas (sua área metropolitana) passa com as competências técnicas desenvolvidas pelo centro?

Indústria 4.0

- 14) Como o CPQD vem se posicionando em relação a essa mudança que chamam de quarta revolução industrial?
- 15) Como o CPQD está acompanhando as tendências mundiais, amparadas por políticas públicas nacionais, estaduais e municipal, na construção de um ambiente que propicie à indústria 4.0?
- 16) O que o CPQD tem desenvolvido de tecnologias nas áreas de indústria 4.0, inteligência artificial, conectividade, inovação aberta, saúde, cidades inteligentes e agronegócio inteligente?
- 17) O que o CPQD tem feito para explorar novas ferramentas para agregação e desenvolvimento tecnológico voltados para indústria 4.0?
- 18) Existe oferta de cursos de iniciação e aperfeiçoamento técnico para captação dos profissionais para atuarem no ambiente da economia 4.0 e no desenvolvimento de tecnologias relacionadas?
- 19) Como o CPQD envolve e articula com o setor privado, com vistas à utilização e exploração das vantagens competitivas nas tecnologias desenvolvidas nos laboratórios, visando o desenvolvimento de novos produtos ligados à indústria 4.0?

20) Como o CPQD está se alinhando aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), principalmente a ODS 9 Indústria, Inovação e Infraestrutura para lidar com os desafios científicos e criar tecnologias que promovam o desenvolvimento sustentável?

21) Com base na sua experiência quais seriam os ramos empresariais e áreas que você acha que tem maior potencial em termos de tecnologias relacionadas à indústria 4.0 se destacarem primeiro no município?

Desafios

22) Quais foram e estão sendo as respostas para gerar conhecimento e servir à sociedade no combate à Covid-19?

23) Quais os projetos futuros do CPQD para as indústrias que estão no município de Campinas?

24) Na sua opinião, quais são os principais desafios do CPQD no desenvolvimento científico e tecnológico hoje?

25) Quais são os avanços nas fronteiras tecnológicas que o Brasil precisa ter para afastar o colonialismo tecnológico e se reposicionar na Divisão Internacional do Trabalho?

Anexo D

Quadro 22 - Lista de propriedade intelectual do CTI

Descrição recurso	Número	Título recurso
pedido de patente	BR 10 2022009877-8	Processo laminação módulos fotovoltaicos
pedido de patente	BR 10 2019 007943 6	Dispositivo amplificador de corrente com ampla faixa de ganho
pedido de patente	BR 10 2014 031777 5	Guia de seringa personalizado para injeção de medicamento em músculo
pedido de patente	BR 10 2017 025903-0	Sistema Modular para Impressão 3D de Géis
pedido de patente	BR 102014005143-0	Cabeçote vertical de extrusão para impressoras 3D
pedido de patente	BR 10 2020 026820-1	Cabeça eletro-óptica de instrumento sensor de tensão elétrica e harmônicos
pedido de patente	BR 10 2020 026810 4	Sensor com sensibilidades desacopladas de massa e carga elétrica com elementos sensíveis de onda acústica de superfície
pedido de patente	BR102021019863-0	Sistema e método para obtenção e monitoração da demanda bioquímica de oxigênio
pedido de patente	WO 2016 090439 PCT (BR2015/000131)	Detecção de brilho de impressões digitais por redes convolucionais
Patente Concedida	BR 10 2013 020299-1	Obtenção de nanoestruturas por pulverização catódica
Patente Concedida	BR 10 2014 022306 1	Dispositivo de aquisição de impressões digitais
Patente Concedida	BR 10 2014 025271 1	Deposição de folhas de grafeno em substratos semicondutores

Patente Concedida	BR 10 2013 031176 6	Peptídeos e semicondutores orgânicos para manufatura de dispositivos eletrônicos
Patente Concedida	BR 10 2013 025103 8	Dispositivo de aprendizado da linguagem em braille
Patente Concedida	MU 9102057-3	Placa para fratura em mandíbula canina
Patente Concedida	PI 1104426-8	Cápsula para dispositivos nano-estruturados
Patente Concedida	PI 1005725-0	Medidor nível de água para rios e lagos
Patente Concedida	PI 1003655-5	Pincel eletrônico
Patente Concedida	PI 1003549-4	Processo Prot. Rápida Mat. Prima Biodegradável
Patente Concedida	PI 1002873-0	Sensor planar aquático
Patente Concedida	BR 10 2018 009113 1	Processo para extração de metais de placas eletrônicas
Patente Concedida	BR 10 2014 030832-6	Deteção de vivacidade de impressões digitais

Fonte: Renato Archer