

**Desafios para o Sistema Único de Saúde (SUS)
no contexto nacional e global de transformações sociais,
econômicas e tecnológicas - CEIS 4.0**

FINANCEIRIZAÇÃO E DINÂMICA PRODUTIVA E TECNOLÓGICA NO CEIS

EQUIPE DE PESQUISA

Celio Hiratuka

Fernando Sarti

Camila Veneo C. Fonseca

Thiago Noronha Sugimoto

Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz Antonio Ivo de Carvalho

Coordenador do CEE

Carlos Augusto Grabois Gadelha

Projeto Integrado CEE

Complexo Econômico-Industrial da Saúde e
Prospecção em CT&IS

Subprojeto

Desafios do SUS no contexto nacional e global de
transformações sociais, econômicas e
tecnológicas – Projeto CEIS 4.0

Coordenador Geral

Carlos Augusto Grabois Gadelha

Coordenadores Adjuntos

José Cassiolato
Denis Gimenez

Equipe Executiva

Marco Aurélio Nascimento
Karla Bernardo Mattoso Montenegro
Felipe Kamia
Gabriela Maretto
Juliana Moreira
Leandro Safatle

Colaboradores

Anna Durão (Divulgação e Comunicação),
Bernardo Cesário Bahia (Pesquisa), Glaucy Silva
(Gestão Administrativa), Elisabeth Lisovsky
(Revisão Português) e Nilmon Filho (Projeto Gráfico)

Relatório de pesquisa – CEIS 4.0

Financeirização e dinâmica produtiva e tecnológica no CEIS

Pesquisadores

Celio Hiratuka
Fernando Sarti
Camila Veneo C. Fonseca
Thiago Noronha Sugimoto

Citar como:

HIRATUKA, C.; SARTI, F.; FONSECA, C.V.C. SUGIMOTO, T.N. Financeirização e dinâmica produtiva e tecnológica no CEIS. In: GADELHA, C. A. G. (Coord.). Projeto Desafios para o Sistema Único de Saúde no contexto nacional e global de transformações sociais, econômicas e tecnológicas (CEIS 4.0). Relatório de Pesquisa. Rio de Janeiro: CEE/Fiocruz, 2022.

Todos os direitos reservados ao Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz Antonio Ivo de Carvalho (CEE). Reprodução autorizada desde que citada a fonte.

Esta obra foi elaborada no âmbito do projeto “Desafios do SUS no contexto nacional e global de transformações sociais, econômicas e tecnológicas – CEIS 4.0”. As opiniões expressas refletem a visão dos autores, não representando a visão institucional sobre o tema.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Síntese de Políticas, Instituições e Estratégias relacionadas aos setores do CEIS 4.0 nos Estados Unidos.....	30
Quadro 2. Síntese de Políticas, Instituições e Estratégias relacionadas aos setores do CEIS 4.0 no Reino Unido	37
Quadro 3. Síntese de Políticas, Instituições e Estratégias relacionadas aos setores do CEIS 4.0 na Índia.....	43
Quadro 5, Síntese de Políticas, Instituições e Estratégias relacionadas aos setores do CEIS 4.0 na China	51
Quadro 4. Síntese de Políticas, Instituições e Estratégias relacionadas aos setores do CEIS 4.0 no Brasil	59
Quadro 6. Código de classificação IPC.....	63
Quadro 7. Campos Tecnológicos.....	66
Quadro 8. Seleção sistemática de artigos na Base Scopus com discussões sobre patentes e tecnologias da indústria 4.0: palavras-chaves e número de artigos selecionados.....	70
Quadro 9. Revisão sistemática da literatura para seleção de códigos CPCs da indústria 4.0: trabalhos de referência	72
Quadro 10. Etapas operacionais para obtenção da lista de códigos da indústria 4.0 ..	74
Quadro 11 – Campos Tecnológicos relacionados ao CEIS.....	75
Quadro 12 – Vantagens e desvantagens das bases de dados utilizadas na pesquisa	76
Quadro 13 – Variáveis analisadas	85
Quadro 14 – Participação dos campos tecnológicos relacionados ao CEIS entre as patentes prioritárias do CEIS 4.0, 2000-2017 (contagem fracionada	93
Quadro 15 – Ranking dos CPCs do CEIS 4.0 com maior número de depósitos, por triênio	94
Quadro 16 – Identificação da seção, classe, subclasse e grupo pertencem dos CPCs do CEIS 4.0 com maior frequência no período	95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Depósito de patentes de dez farmacêuticas selecionadas, Brasil e Índia, 2014	58
Tabela 2. Top 20 Empresas do CEIS em Gastos em P&D, 2016.....	80
Tabela 3. Empresas do CEIS presentes entre as Top 2000 maiores em Gastos em P&D. Abertura por país, 2016	82
Tabela 4. Empresas do CEIS presentes entre as Top 2000 maiores em Gastos em P&D. Abertura por setor NACE, 2016	83
Tabela 5 – Número de patentes da indústria 4.0 por escritório e ano, 2008-2017.....	89
Tabela 6. Número de patentes do CEIS 4.0 por país do depositante e do inventor, 2000-2017 (contagem fracionada)	92

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Investimento em P&D por região e setor em bilhões de euro	20
Gráfico 2. Rentabilidade de setores selecionados 2007-2016.....	21
Gráfico 4. Government Industrial Guidance Funds: Acumulado, em bilhões de RMB, 2014-2020	47
Gráfico 3. Participação das ETNs no mercado farmacêutico doméstico: Brasil e Índia, 1910-2010	54
Gráfico 5 – Distribuição dos Gastos em P&D, Patentes e Marcas das 2000 maiores empresas, 2014-2016.....	78
Gráfico 6 – Distribuição dos Gastos em P&D e Patentes das 340 empresas do CEIS no top 2000, 2016.....	79
Gráfico 7 - Número de patentes da indústria 4.0 por ano, 2000-2017	87
Gráfico 8 – Número de patentes da indústria 4.0 por escritório onde foi realizado o depósito da patente prioritária, 2000-2017	88
Gráfico 9 - Número de patentes do CEIS 4.0 por ano, 2000-2017	90
Gráfico 10 – Número de patentes do CEIS 4.0 por escritório onde foi realizado o depósito da patente prioritária, 2000-2017	91
Gráfico 11 – Participação de cada campo tecnológico entre as patentes prioritárias do CEIS 4.0, 2000-2017 (contagem fracionada	93

SUMÁRIO

1	- Financeirização e a Inserção periférica.....	9
2	ANÁLISE DAS EXPERIÊNCIAS NACIONAIS	20
2.1	Introdução	20
2.2	Países Desenvolvidos: Estados Unidos e Reino Unido	25
2.2.1	Estados Unidos	25
2.2.2	Reino Unido.....	31
2.3	Países em Desenvolvimento: Índia, Brasil e China.....	38
2.3.1	Índia	38
2.3.2	China.....	44
2.3.3	Brasil	52
3	– CONTROLE SOBRE ATIVOS TECNOLÓGICOS E PATENTES NO CEIS 4.0: ASPECTOS METODOLÓGICOS E EXPLORATÓRIOS	61
3.1	Introdução.....	61
3.2	Metodologia	61
3.2.1	Classificações de patentes tradicionais	63
3.2.2	Campos tecnológicos	65
3.2.3	Outras metodologias: prós e contras	67
3.2.4	Revisão sistemática da literatura e identificação das patentes do CEIS 4.0.....	68
3.2.4.1	Revisão sistemática da literatura	68
3.2.4.2	Identificação das patentes da indústria 4.0 por meio das classificações de patentes	72
3.2.4.3	Proposta metodológica de identificação das patentes do CEIS 4.0	74
4	– CONTROLE SOBRE ATIVOS TECNOLÓGICOS E PATENTES NO CEIS 4.0: RESULTADOS PRELIMINARES	76
4.1	Análise de dados e resultados	76
4.1.1	JRC-OECD COR&DIP©, v.2	76
4.1.2	PATSTAT	83

4.1.2.1 Escolhas metodológicas	83
4.1.2.2 Análise dos Resultados	85
CONCLUSÃO	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99
ANEXOS.....	117

Financeirização e dinâmica produtiva e tecnológica no CEIS

Celio Hiratuka, Fernando Sarti, Camila Veneo C. Fonseca, Thiago Noronha Sugimoto

A proposta desta segunda fase da pesquisa foi avançar conceitualmente na busca por entender o processo de financeirização do CEIS, seus impactos sobre a estratégia das grandes empresas do complexo e a inserção dos países periféricos no conjunto de transformações discutidas na primeira fase. Também buscou-se avançar na análise do papel de desempenhado pelos ativos intangíveis na geração e apropriação de valor por empresas e agentes-chave do CEIS, procurando organizar e avaliar informações sobre patentes e outros ativos intangíveis, em particular: (i) a comparação dos dados entre países; (ii) a identificação das áreas tecnológicas-chave, que possam indicar a confluência da área da indústria 4.0 com a saúde; (iii) a discussão, a partir da junção entre indicadores das empresas e das patentes, de atores-chave da financeirização das estratégias corporativas e dos efeitos da atuação desses atores sobre a estrutura de propriedade das companhias.

Os resultados estão descritos neste relatório com a seguinte estrutura. Procurou-se inicialmente retomar os elementos teóricos da discussão da financeirização que permitiriam pensar os limites e possibilidades da inserção periférica de maneira geral. Esses resultados estão consubstanciados na seção 1 do relatório.

A partir daí, avançamos na análise de experiências específicas, buscando aprofundar a discussão sobre as estratégias de acumulação das empresas líderes do Complexo Econômico Industrial da Saúde 4.0 (CEIS 4.0) no contexto da financeirização, assim como sua articulação com as políticas industriais, de ciência e tecnologia e de saúde em países centrais (EUA e Reino Unido) e em desenvolvimento (Brasil, China e Índia). Partiu-se da hipótese de que as principais transformações do CEIS 4.0 são largamente impulsionadas pelas estratégias das grandes empresas sediadas nos países centrais, em um contexto financeirizado, com impactos sobre a própria formulação das políticas de ciência e tecnologia. As estratégias empresariais, no entanto, não estão desvinculadas das políticas públicas nacionais, voltadas por exemplo para fazer avançar campos científicos ligados ao setor de saúde, assim como do ambiente institucional e regulatório. Como destacado na seção teórica, os países centrais e os Estados Unidos em particular estão na liderança do processo e definem os desafios colocados aos demais.

A análise dos casos dos países desenvolvidos permite, por outro lado, observar como estão se movendo frente aos desafios colocados pelo controle sobre o conhecimento e sobre os ativos estratégicos privadamente explorados pelas empresas dos países centrais com o apoio dos Estados Nacionais – impondo dificuldades relevantes, em especial no que se refere ao CEIS 4.0 – dada a complexidade tecnológica envolvida. O aprofundamento da análise de

países como China e Índia, em complemento ao Brasil, permitirá avaliar qual o grau de articulação e coordenação entre atores privados, Estados Nacionais e suas políticas de apoio em diferentes países em desenvolvimento. Essa análise está organizada na seção 2 do relatório.

Finalmente, em relação à análise do papel desempenhado pelos ativos intangíveis na geração e apropriação de valor por empresas e agentes-chave do CEIS, o relatório descreve o avanço para organizar indicadores que permitam avaliar o grau de assimetria associado aos esforços de geração e controle de conhecimento e de ativos intangíveis entre os países centrais e os países em desenvolvimento. Além de dados de gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) por empresa dos setores associados ao CEIS, também serão exploradas informações sobre o controle do conhecimento exercido por meio de patentes. Também fez parte do desafio explorar formas de averiguar a provável convergência entre as áreas de conhecimento da indústria 4.0 e da saúde, dado que a confluência entre essas áreas é elemento chave da estratégia de apropriação de valor pelas grandes empresas do complexo.

As seções 3 e 4 descrevem os aspectos metodológicos e alguns resultados preliminares resultados da busca pela identificação dessas áreas tecnológicas-chave que possam indicar a confluência entre a indústria 4.0 e CEIS, bem como denotar a capacidade de controle sobre estes ativos na fronteira tecnológica e sua distribuição geográfica. Ainda restam avanços importantes para explorar todas as potencialidades dos resultados obtidos até aqui, mas julga-se que ocorreram progressos significativos neste esforço.

1 - FINANCEIRIZAÇÃO E A INSERÇÃO PERIFÉRICA

Esta seção busca organizar a discussão teórica-conceitual buscando orientar a nossa análise para compreender os impactos da financeirização na periferia. Em geral, a crescente literatura sobre o tema concentra suas atenções sobre os países centrais, até porque é onde o fenômeno se mostra em sua plenitude.

Nos casos em que se busca incorporar na discussão os impactos sobre os países periféricos, o foco se concentra na dimensão macro-financeira. Percebe-se que há uma discussão importante, onde alguns autores destacam a forma como se consolida uma posição subordinada dos países em desenvolvimento em um sistema monetário e financeiro internacional hierarquizado, com fortes impactos sobre a capacidade de lidar com a volatilidade dos fluxos de capitais e a autonomia sobre as políticas cambiais e de juros. Outros autores ainda destacam a importância das políticas internas dos próprios países periféricos ao tentar assegurar o ambiente institucional adequado à atração do capital estrangeiro, vinculando a abundância da liquidez internacional para o financiamento do desenvolvimento nacional¹.

A predominância das análises macro-financeiras no entanto, ilumina de maneira incompleta aspectos importantes relacionados à dinâmica que se observa em outro nível de análise e que não se resume apenas ao nível macro e nem ao papel dos agentes financeiros em si. De outro lado, as análises que buscam analisar as mudanças das estratégias das denominadas empresas “não-financeiras”, o foco costuma se dar na tentativa de observar se, e em que medida, ocorreria um movimento semelhante ao observado nos países centrais, com as corporações adotando, em um ambiente financeirizado, o aumento do investimento em ativos financeiros em detrimento dos produtivos. Os canais para esta mudança estariam relacionados à difusão das ideias de gestão baseada no princípio da maximização do valor do acionista, reforçada pelo aumento da presença de investidores institucionais entre os próprios acionistas.

Observa-se uma tentativa de replicar estudos que buscam testar se a financeirização resultaria, nos países periféricos, em redução dos investimentos produtivos, ou em atividades inovativas, dado a pressão ocasionada pelo encurtamento do horizonte de planejamento dos gestores, seja pela disputa pela alocação do fluxo de caixa com a distribuição de dividendos, pagamento de juros e recompra de ações.

Sem deixar de reconhecer a importância das vertentes anteriores, cabe destacar também que estas abordagens partem de visões que acabam recaindo em uma contraposição entre, de um lado, uma dimensão financeira, que geraria especulação, instabilidade, estratégias estritamente de curto prazo, e de outro, uma dimensão produtiva, geradora de investimentos,

¹ Para uma revisão dessa literatura ver Fonseca e Hiratuka (2021).

rendas, emprego e inovação, que estaria sendo sufocada pela lógica financeira. Ao mesmo tempo, deixam uma lacuna ao não possibilitar aprofundar as mudanças associadas à forma como a financeirização afeta o próprio processo de acumulação capitalista, refletindo-se em estratégias das grandes corporações onde não parece haver contraposição entre diferentes formas de acumulação. Ao contrário, a flexibilidade e a possibilidade de mobilizar diferentes canais, assim como o aumento da liberdade para avançar em diferentes espaços geográficos parecer ser o elemento distintivo do processo de financeirização.

Essa perspectiva tem implicações importantes para a compreensão dos mecanismos complexos pelos quais esse processo afeta os países periféricos. Para tentar abordar, mesmo que de maneira parcial e incipiente estes mecanismos, os próximos parágrafos se debruçam sobre o conceito de financeirização e sobre como ela, ao se realizar concretamente como uma nova fase da acumulação capitalista, também redefine as possibilidades de inserção dos países periféricos.

No relatório final da etapa anterior desta pesquisa², nos debruçamos sobre alguns aspectos teóricos relacionados à financeirização que resgatamos em seguida.

Como foi destacado, a utilização do termo financeirização vem crescendo nos últimos anos, com sentidos diferentes e definições conceituais também divergentes. No caso específico deste trabalho, partimos do conceito formulado por Braga (1985, 1997), que aborda a financeirização como um **padrão sistêmico de riqueza**. Este padrão estabelece novas formas de definir, gerenciar e realizar a riqueza no capitalismo, afetando a decisão dos principais atores econômicos. Nesta concepção, a financeirização não estaria restrita ao crescimento ou ao predomínio econômico de um setor ou segmento, que estaria impondo seus interesses sobre o restante da sociedade, mas estaria associada à disseminação de determinadas estratégias de gestão da riqueza por todos os agentes relevantes do sistema capitalista. O padrão teria então caráter sistêmico, porque constituído por componentes fundamentais da organização capitalista, o que estabeleceria uma lógica financeira geral, permeando, portanto, a estratégia de todos os agentes e não apenas os agentes do sistema financeiro.

Nesta perspectiva, a financeirização não se resume à predominância de estratégias de Maximização de Valor para o Acionista (MVA), embora essas estratégias sejam sem dúvida um elemento fundamental do processo. Também não se trata apenas das grandes

² HIRATUKA, C; SARTI, F; FONSECA, C. Financeirização e dinâmica produtiva e Tecnológica no ceis. In: GADELHA, C.A.G. (coord.). Projeto desafios para o sistema Único de saúde no contexto nacional e global de transformações sociais, econômicas e Tecnológicas (CEIS 4.0). Relatório de pesquisa. Rio de Janeiro: CEE/Fiocruz, 2021. Uma versão modificada das reflexões sobre o processo de financeirização contemporâneo, escrita a partir do relatório estão em HIRATUKA E SARTI (2021).

corporações terem crescentes ganhos com operações financeiras, embora esta também seja uma dimensão importante.

A dimensão fundamental, tal como destacada por BRAGA (1985, 1997) é que a estrutura da grande empresa e sua estratégia de acumulação contemporânea condensariam todos os mecanismos de expansão (mercantis, industriais e financeiros) em uma lógica financeira geral³. A dimensão das finanças gerais se traduziria em operações buscando ganhos patrimoniais, em operações especulativas com moedas, títulos e derivativos, na possibilidade de organizar operações de funding para investimentos, otimizando o acesso ao mercado global de crédito, títulos e ações, na utilização de esquemas de “arbitragem” fiscal, inclusive em paraísos fiscais, aproveitando plenamente as oportunidades possibilitadas pelo acesso aos vários segmentos de um mercado financeiro mundialmente integrado.

Mas essa dimensão não estaria contraposta à busca por lançar mão de inovações e dos ganhos monopólicos gerados pelo seu controle. O investimento tecnologicamente inovador expressaria a capacidade de levar adiante o processo de concorrência a partir do aproveitamento da cumulatividade e das economias de escala associadas ao domínio tecnológico. E estaria relacionada também à capacidade de articular e comandar o fluxo de mercadorias e serviços, organizando as cadeias produtivas em nível global. Nesse movimento, as grandes corporações de se tornar “máquinas de acumulação de capital em geral”, o que chama atenção para o entrelaçamento entre as três dimensões, como pode se depreender do trecho a seguir:

“Do ângulo microeconômico, seu potencial financeiro e a liquidez de que dispõem interagem positivamente com a ampliação de suas próprias possibilidades de investimento técnico produtivo. Elas têm, assim, um acesso amplo e privilegiado a capital, a informação, a ‘networks’ tecnológicos e a mercados globais, via agrupamento de empresas com diferentes funções no interior da corporação. Há uma flexibilização do tempo e das formas de rentabilidade dos ‘investimentos’ (produtivos, financeiros e patrimoniais), da temporalidade das relações débito-crédito, das modalidades em que formam posições ativas e passivas. Ocorre uma combinação simultânea de mobilidade, liquidez, rentabilidade e especulação na circulação mundial desses capitais”. (BRAGA, 1997, P. 221).

Depreende-se da passagem acima, que o predomínio da lógica financeira não significa que a grande empresa global deixe em segundo plano seus ativos produtivos e seus ativos associados à atividade inovadora. Mas sim que ela busque mobilizar todos os meios ao seu alcance para buscar a máxima valorização patrimonial, procurando garantir ao mesmo tempo amplitude setorial e geográfica de acumulação e controle sobre ativos proprietários, em

³ Essa forma condensada de acumulação seria expressa pela função objetivo – $F: f(F_i, I_{pt}, X)$ –, que dependeria da dimensão das finanças gerais (F_i), do investimento tecnologicamente inovador (I_{pt}) e da capacidade de articular e comandar o fluxo de mercadorias e serviços (X).

especial intangíveis, capazes de garantir ao mesmo tempo valorização elevada e flexibilidade para buscar novos espaços de acumulação.

Foi observado também que o conceito de Financeirização proposto busca recuperar conceitos como concentração e centralização do capital, capital financeiro e utilizá-los para entender como eles se realizam contemporaneamente. A conceituação da financeirização como um padrão sistêmico de riqueza tem como base a interpretação do capitalismo como um sistema onde, na busca pela acumulação de riqueza abstrata, o capital engendra um processo em se entrelaçam a busca por progresso técnico, a busca por mobilização de capitais sob a forma financeira e o processo de concentração e centralização de capitais. (TAVARES E BELLUZZO, 1980; BELLUZZO, 2012).

Esse processo consolida-se historicamente a partir do final do século XIX, com a tendência à crescente mobilização e aglutinação de capitais pelo sistema de crédito e pela sociedade por ações, promovendo o entrelaçamento das grandes organizações empresariais, organizando a fusão dos interesses do capital industrial e das finanças, reforçando o caráter monopolista dos empreendimentos capitalistas. e a própria direção do processo de internacionalização da concorrência capitalista. Tavares e Belluzzo destacam que o caráter expansivo desse novo modelo de organização empresarial, com a busca por diversificar em direção a novos mercados e produtos, controlar novos canais de comercialização e novas fontes de matérias primas, teria como elemento fundamental seu caráter financeiro e sua capacidade de conglomeração. Por isso mesmo, a sua generalização tenderia a gerar uma massa de recursos que, transformados em capital financeiro geral, tenderia a levar a um processo de busca permanente pela supressão e revolucionamento permanente das barreiras tecnológicas e de mercado para a valorização capitalista. Ao mesmo tempo, ao generalizar práticas de avaliação de dívidas e de negociação de ativos e direitos de propriedade, poderia levar a movimentos de crise financeiras e de crédito, como de fato se verificou com a crise de 1929. A desordem e instabilidade econômica, política e social vivenciado com a grande depressão e depois de duas Guerras Mundiais legitimou a ação estatal promover políticas nacionais de crescimento de renda e emprego, assim como um sistema internacional que buscava construir um ambiente de maior estabilidade, onde a regulação das finanças jogava um papel chave. Mas as mudanças observadas na economia mundial a partir do final dos anos 60 e ao longo da década de 70 do século passado marcaram a exaustão dos mecanismos de regulação interna e coordenação internacional desenvolvidos no pós-guerra, que ao mesmo tempo encapsulavam as estratégias de valorização financeiras e criavam amplas oportunidades de valorização no âmbito produtivo. A crescente desregulamentação e liberalização financeira, ocorrida a partir da economia americana e deu origem à vigência plena do padrão financeirizado de gestão da riqueza contemporâneo.

A financeirização portanto pode ser entendida também como uma fase histórica onde a busca pela acumulação de riqueza abstrata encontra formas mais avançadas e contraditórias, generalizando critérios de avaliação da riqueza com caráter especulativo e fictício, mas ao mesmo tempo potencializando mecanismos de mobilização do social conhecimento humano através dos avanços da ciência e da tecnologia para aumentar e a geração e captura privada do valor gerado globalmente.

Do ponto de vista das grandes corporações, essa nova fase que envolve a incorporação de uma lógica financeira geral, se desdobra em um conjunto de movimentos estratégicos que devem ser interpretados de maneira integrada:

i) O processo de reorganização internacional das cadeias produtivas internacionais, com a transferência de atividades intensivas em trabalho para países periféricos, enquanto as atividades mais intensivas em conhecimento e associadas aos ativos intangíveis permaneceram com as empresas líderes globais. O movimento de reorganização internacional relaciona-se ao aprofundamento dos processos de especialização, fragmentação e transferência internacional de etapas produtivas anteriormente integradas verticalmente. A literatura sobre cadeias globais de valor e redes de produção global identificou esse processo, destacando as possibilidades de redução de custos, acompanhadas dos ganhos de economias de escala e escopo, possibilitadas pela gestão de atividades produtivas geograficamente dispersas.

Embora a liberalização dos fluxos de investimento e comércio e a difusão das tecnologias de informação tenham tido um papel facilitador importante, autores como SERFATI (2008), MILBERG (2008), HIRATUKA E SARTI (2010) E DURAND E MILBERG (2020) destacam como este movimento esteve associado à nova lógica financeira – de combinar o controle sobre as etapas mais importantes em termos de captura de valor, em especial o reforço dos ativos intangíveis, com a busca por maior flexibilidade, racionalização e redução de custos, aumento da escala global das operações e elevação de valor de mercado. Observa-se então a combinação das estratégias de desverticalização (outsourcing) com a de desconcentração geográfica (offshoring) das cadeias produtivas, dentro de uma estrutura de governança que reforça a centralização de comando e de controle sobre os recursos e ativos tangíveis, mas principalmente intangíveis capazes de promover a geração e captura de valor; e que cria novas fronteiras de acumulação. A fragmentação das cadeias de valor significou a transferência de atividades mais intensivas em trabalho para a cadeia de produtores e fornecedores em países com estruturas normativas, institucionais e de proteção social mais frágeis e com mão de obra abundante e mais barata. Ao mesmo tempo, as atividades mais intensivas em conhecimento, associadas aos ativos intangíveis, permaneceram com as empresas líderes, sediadas nas economias mais avançadas.

ii) O aumento da importância dos ativos intangíveis, tanto como mecanismo de valorização patrimonial quanto como instrumento de concorrência e captura de valor dentro das cadeias globais de produção. A importância dos ativos intangíveis está relacionada a diferentes fatores. O primeiro é que alguns ativos são protegidos por direitos de propriedade intelectual, como patentes e marcas, permitindo estratégias específicas de patenteamento que reforçam as margens de lucros, como são os casos das indústrias farmacêutica e de tecnologia de informação e comunicação (TICs).

O segundo fator é que os ativos intangíveis ganham ainda mais importância diante das economias de escala, da externalidade de redes e da necessidade de co-especialização dos diferentes tipos de ativos intangíveis (como reputação, marca e capacitação tecnológica), o que reforça ainda mais as características de processo do tipo “winner take all”, em especial em setores de TIC e com a utilização de plataformas digitais (HESKEL; WESTLAKE, 2018, GUELLEC; PAUNOV, 2017, UNCTAD, 2018).

Finalmente, vale destacar a importância dos ativos intangíveis para a valorização das corporações no mercado acionário dado o seu caráter elástico em relação às perspectivas futuras de geração de caixa. Esse aspecto já havia sido levantado por Hobson, assim como Veblen no surgimento da corporação moderna, mas atingiu níveis sem precedentes no período recente (GAGNON, 2007, SERFATI, 2008, WIPO, 2017). As atividades relacionadas à criação e controle de ativos intangíveis, inclusive aquelas relacionadas aos gastos em P&D, ao mesmo tempo em que reforçam elementos estratégicos que podem aumentar lucros extraordinários e barreiras contra concorrentes atuais e potenciais, também impulsionam o valor de mercado, na medida em que são avaliados pelos investidores sem referência a um custo de reposição como os ativos tangíveis. Nesse sentido, os ativos intangíveis teriam uma participação majoritária e crescente no valor de mercado das empresas.

iii) O crescimento das operações de F&A em diferentes setores, como forma de centralizar o controle sobre ativos estratégicos e catapultar a acumulação global. Com elevada participação do sistema financeiro como organizador e mobilizador das operações, este processo tem levado a ondas sucessivas de concentração, reduzindo o número de competidores relevantes – seja entre empresas do mesmo setor, elevando a concentração de mercado e o controle sobre ativos capazes de garantir a liderança global, seja para colher oportunidades lucrativas em novos setores (CHESNAIS, 1996; NOLAN et al., 2007). Vale destacar ainda a importância das aquisições de startups como forma de diversificar o portfólio de conhecimento, tecnologias e patentes, ampliar o estoque de ativos existentes, reforçar as barreiras contra concorrentes, entrar em novos segmentos promissores e/ou simplesmente bloquear o acesso de novos competidores (MAZZUCATO, 2020). Revela-se, assim, elevada flexibilidade das grandes corporações transnacionais para explorar ao máximo os capitais

mobilizados previamente e ao mesmo tempo buscar por novos espaços de valorização e de acumulação.

iv) Acentuação do papel das políticas de apoio estatal, acelerando o avanço em novas tecnologias, a despeito da retórica de destaque às iniciativas estritamente privadas. É importante chamar a atenção para o fato de que as estratégias empresariais discutidas não implicam a independência das políticas de apoio estatal. Pelo contrário, a estrutura de suporte, em termos de políticas industriais e de ciência, tecnologia e inovação, forjada pelos Estados Nacionais, continua sendo imprescindível ao avanço em setores na fronteira tecnológica – principalmente depois da crise financeira, quando se difundem as medidas de apoio às indústrias associadas à chamada indústria 4.0. Ao mesmo tempo, a apropriação privada dos resultados dos avanços científicos e tecnológicos financiados com recursos públicos por agentes privados com cada vez mais poder econômico é uma característica que marca o padrão de acumulação recente nos países centrais. Observa-se a dificuldade para evitar que os ganhos propiciados pelos avanços nas fronteiras científicas financiados com recursos públicos seja cada vez mais capturado por uma parcela pequena de grandes empresas, que por sua articulação e organização financeira, extrai e canaliza recursos para os acionistas, elevando as desigualdades em termos de condições de emprego, renda e patrimônio.

O entendimento dos desafios para os países periféricos passa pelo reconhecimento pleno dessas mudanças e de suas implicações. E neste caso, é necessário de imediato resgatar aspectos fundamentais presentes no estruturalismo latino-americano e destacado por autores como Prebisch e Furtado, da falácia de considerar o desenvolvimento capitalista como tendo um caráter universal, tratando-se, portanto, apenas de etapas distintas ocorrendo em diferentes regiões do globo, ou apenas de especializações produtivas diferentes decorrente de dotações de recursos também diferentes. Um dos aspectos centrais do estruturalismo latino-americano é o reconhecimento das condições históricas assimétricas das quais partem os países em desenvolvimento da região perante os países centrais, o que levaria a um processo de desenvolvimento problemático. O progresso técnico originado nas condições de economias centrais homogêneas e diversificadas, teriam consequências muito distintas ao se difundir nas economias latino-americanas, marcados por uma estrutura heterogênea e especializada.

Existe explicitamente o reconhecimento de que a forma como o desenvolvimento industrial e tecnológico se projeta na economia global não é uniforme, existindo, portanto, assimetrias e especificidades importantes quando se analisa a inserção dos países em desenvolvimento. CASSIOLATO E LASTRES (2005) e GUIMARÃES ET AL. (2007), destacam como essa perspectiva permite a aproximação teórica entre a literatura neoschumpeteriana, em especial

a que se debruça sobre os Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) e o estruturalismo latino-americano, na medida em que a literatura sobre SNI enfatiza que o desempenho industrial e inovativo depende não apenas da performance individual de empresas e organizações de ensino e pesquisa, mas também das formas como elas interagem entre si e com vários outros atores e instituições.

Refletem, portanto, condições culturais e institucionais locais historicamente construídos, que orientam o processo de aprendizado. Esta literatura também chama a atenção para o caráter cumulativo do aprendizado. Neste sentido, existem barreiras que impedem a transmissão e reprodução pura e simples de conhecimento criado nos países centrais pelos países em desenvolvimento. Destaca-se portanto o reconhecimento das condições assimétricas de que partem os países em desenvolvimento da periferia perante os países centrais e o reconhecimento do papel do progresso técnico como motor da dinâmica capitalista, porém, sujeito a projeções globais diferenciadas. Essas assimetrias internacionais econômicas e tecnológicas podem se aprofundar principalmente pelas assimetrias também existentes em relação ao acesso ao conhecimento e ao aprendizado. De acordo com Guimarães et al. (2007), “mais importante do que as assimetrias tecnológicas, são as assimetrias que implicam a impossibilidade de acessar, compreender, absorver, dominar, usar e difundir conhecimento”. Vale também destacar alguns aspectos ressaltados por autores pioneiros na vertente da economia política estruturalista dos autores da Unicamp (BASTOS, 2019 e 2021). Um dos aspectos conceituais fundamentais desses autores⁴, diz respeito à necessidade de incorporar mediações históricas para interpretar como concretamente a dinâmica capitalista, marcada intrinsicamente pela busca de expansão da acumulação e pelo processo de concentração e centralização de capital, provoca movimentos intensos de mudança estrutural a partir de seu núcleo. Avaliar o sentido dessas mudanças no capitalismo avançado é, portanto, fundamental para entender a alteração das condições de atraso histórico e as condições de adaptação do capitalismo periférico. Neste sentido é que se pode interpretar a afirmação de que cada processo de desenvolvimento nacional é determinado em última instância pelo estágio da concorrência capitalista mundial.

Como o movimento que se desdobra a partir dos países centrais não evolui de maneira linear, também não é linear nem único os desafios de que colocam para os países periféricos. Pode-se destacar por exemplo a noção de que os desafios colocados para o processo de desenvolvimento no período do imediato pós-guerra, marcado por finanças reguladas, pela busca de criar mecanismos e instituições capazes de fomentar o crescimento econômico, com estabilidade nas relações internacionais, um padrão tecnológico estável e derivado das mudanças da segunda revolução industrial, um padrão de competição oligopolista

⁴ Principalmente Cardoso de Mello (1975), Tavares (1975) e Oliveira (1985).

internacional multidoméstico e uma forma de gestão corporativa marcado pela lógica de “reter e reinvestir”, eram bastante diferentes do momento atual.

Ao mesmo tempo, também se destaca a ideia de que os desdobramentos sobre a periferia não são apenas meros reflexos do que ocorre nos países centrais, mas dotado de uma autonomia relativa dentro de um processo em que o potencial de acumulação nos países periféricos tem uma dimensão de dinamismo interno, embora articulado de maneira desigual e combinada com o movimento mais geral do capitalismo global organizado a partir dos países centrais. Essa autonomia relativa tem fortes conexões com o passado histórico e com a evolução das relações sociais que se forma a partir desse passado.

Especificamente, é influenciada pelo entrelaçamento dessas relações sociais marcadas pela evolução histórica com a capacidade de coordenação estatal, fundamental para coordenar blocos de investimento e centralizar capital para enfrentar os desafios colocados pela evolução no capitalismo central em cada momento histórico. De acordo com Bastos (2019):

“O uso estatal do poder de coordenação para a ação coletiva que não está no horizonte de capitalistas individuais, e a capacidade única de mobilização de recursos pela tributação pode servir para a centralização de capital tanto nos países avançados quanto nos atrasados. Por um lado, tamanha coordenação e centralização acelera a mudança da composição orgânica do capital, ou seja, a revolução das técnicas intensivas em capital que ampliam a produtividade do trabalho e reduzem custos. Por outro, aumenta o atraso histórico no tempo da concorrência capitalista daquelas formas nacionais de organização do capital e do Estado que não se adaptam para enfrentar os desafios novos colocados pelas inovações institucionais, tecnológicas, financeiras e políticas. Quem não muda perece. Isto vale tanto para entender tanto o impacto da grande corporação por sociedade anônima estadunidense, quanto o capital financeiro alemão, o keiretsu japonês, o chaebol coreano e a transformação das relações entre Estado e empresa operada na China em nossa época histórica.” (p. 11).

Observa-se, assim que entender a lógica que move o capitalismo em seu centro dinâmico é fundamental, assim como a forma como ela se expressa na periferia. Não apenas como reflexo, em uma situação onde a periferia é mera receptora dos efeitos e desdobramentos dos movimentos dos países centrais, mas onde, em um movimento desigual e combinado, observa-se uma autonomia relativa e limitada. Essa autonomia, que se desdobra na capacidade do Estado de articular interesses internos das diferentes frações e interesses de classe, e também dessas com o capital internacional, depende de condições históricas, de condições institucionais herdadas, mas também, em cada momento, das correlações de forças que dinamicamente vão poder mover estratégias privadas e a articulação com o Estado para influenciar a direção de uma estratégia mais dinâmica do ponto de vista econômico e social, ou ao contrário, em direção a uma direção onde se integra cada vez mais a uma acumulação global mas com a reprodução de atraso e desigualdades econômicas e sociais. Como destacado em Gadelha (2021), “a natureza “natureza” dialética do processo de

desenvolvimento capitalista e sugerem a existência de uma relação endógena entre a estrutura produtiva e a social. A partir dessa perspectiva, os atrasos econômico e social passam a ser compreendidos como dimensões distintas de um mesmo problema, o subdesenvolvimento, que se expressa internacionalmente como assimetrias entre países e nacionalmente como heterogeneidades estruturais” (p. 34).

As transformações destacadas nesta seção a partir da financeirização, como o caráter cada vez mais imaterial dos ativos que caracterizam os setores e atividades que concentram as atenções das grandes corporações globais e das nações centrais, em torno da chamada indústria 4.0, que ademais levam ao extremo as economias de escala e as externalidades de rede em plataformas digitais, parecem elevar o patamar das barreiras impostas aos países em desenvolvimento e que pretendem não se distanciar ainda mais dos líderes. Tecnologias associadas a Big Data, 5G, Computação em Nuvem, Inteligência Artificial, Manufatura Aditiva, entre outras, tem em comum a integração digital e a capacidade de ser aplicada de maneira transversal a vários setores. Ao mesmo tempo dependem de avanços em vários campos científicos e tecnológicos de fronteira complementares e sinérgicos, que, além disso, não podem prescindir do apoio do Estado e de sua capacidade de mobilizar o sistema de Ciência e Tecnologia.

Ao mesmo tempo, observa-se que a combinação de flexibilidade, redução de custo, acumulação de ativos intangíveis, proteção via propriedade intelectual, atuação financeira mobilizadora de ganhos não operacionais, valorização patrimonial e apoio do Estado tem se traduzido na expansão significativa do processo de acumulação, mas que é canalizada para um número restrito de agentes. Os beneficiados participam como acionistas ou fazem parte da alta gerência e obtêm ganhos expressivos com a valorização acionária, a distribuição de dividendos e a recompra de ações, ao mesmo tempo em que grande parte da população não desfruta desses ganhos e, ao contrário, se encontra em posições de vulnerabilidade em termos de renda, emprego e acesso a serviços sociais cada vez maior.

Para os países em desenvolvimento, não é pequeno o risco de que se potencialize a assimetria e a distância em relação àqueles que sediam as empresas dominam e controlam as etapas mais importantes nos setores de fronteira. Ao mesmo tempo, na condição de espaços de valorização patrimonial e de mercado para produtos e serviços cujas etapas mais importantes estão organizadas a partir das grandes corporações globais, é possível que os efeitos da desigualdade e da polarização interna sejam ainda maiores. Ou seja, os países em desenvolvimento podem sofrer com o pior cenário, associado uma combinação maior assimetria entre países, e ao mesmo tempo dentro dos próprios países em desenvolvimento. A partir desse quadro geral, é necessário avançar nas considerações mais específicas de espaços de valorização, tanto em termos geográficos quanto de conjunto de atividades mais

específicas. Ou seja, nas próximas seções, se busca destacar especificamente como essas transformações afetam o CEIS e explorar diferentes experiências de países, para verificar como a dinâmica global tem representado respostas diferentes nos países periféricos.

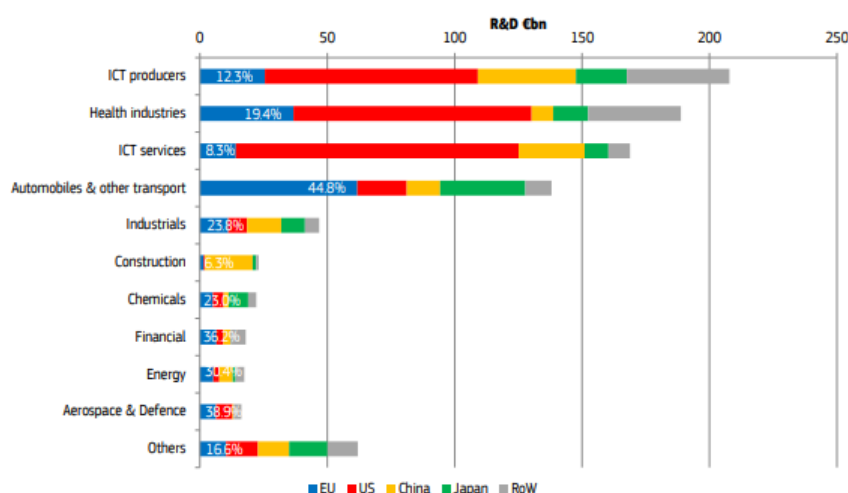
2 ANÁLISE DAS EXPERIÊNCIAS NACIONAIS

2.1 Introdução

Na seção 3 do relatório final da primeira fase da pesquisa⁵, foram destacadas as principais transformações observadas nas grandes corporações do CEIS global, que aqui resumimos brevemente.

Destacou-se o elevado grau de gastos em P&D por parte das empresas do CEIS. Embora as empresas tenham se tornado crescentemente financeirizadas, há ainda um elevado dinamismo inovativo. As atividades inovativas e os ativos intangíveis impulsionam e mantêm elevados os gastos em P&D das grandes corporações do CEIS. Apesar da estratégia agressiva de MVA, ou seja, da destinação de uma parcela substancial dos lucros para a distribuição de dividendos e recompra de ações, as atividades inovativas e os ativos tecnológicos e mercadológicos, como marca e canais de distribuição e vendas, seguem tendo destacada importância no processo de concorrência e de acumulação

Gráfico 1. Investimento em P&D por região e setor em bilhões de euro



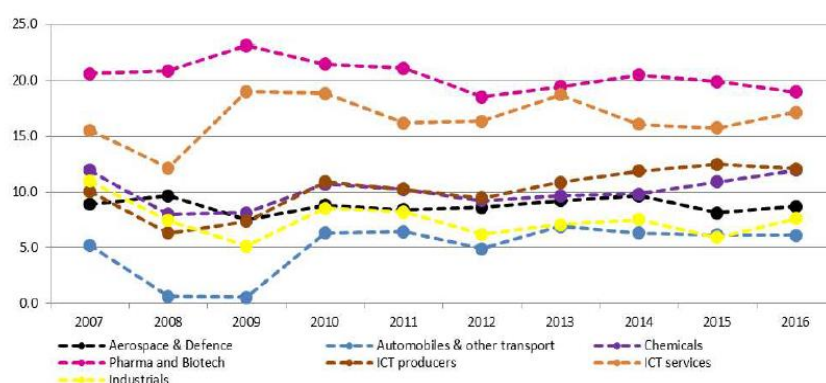
Fonte: The 2020 EU Industrial R&D Scoreboard.

⁵ O título da seção 3 era: “Estratégias das empresas do CEIS global em um contexto financeirizado: inovação, rentabilidade, geração e apropriação de valor”.

Como mostra o Gráfico 1, os setores de produção tecnologia da informação (*ICT producers* e *ICT services*) e dos setores de saúde (*Health industries*), pilares do CEIS 4.0, foram os setores com maior gasto em P&D, evidenciando a centralidade das estratégias de geração e difusão tecnológica. Além disso, o protagonismo dos países desenvolvidos (PD) fica evidente: ao contrário de etapas da manufatura, que paulatinamente foram sendo dispersas rumo aos PED, as atividades intensivas em conhecimento e tecnologia, com grande geração de valor agregado, seguiram sendo realizadas, em geral, nos países centrais.

As estratégias inovativas e de proteção das inovações pelo sistema de patentes, segredos industriais e marcas também têm possibilitado elevadas margens de lucratividade e retorno sobre o capital investido no CEIS. O Gráfico 2 mostra como a inovatividade se associa à rentabilidade nesses setores.

Gráfico 2. Rentabilidade de setores selecionados 2007-2016



Fonte: The 2019 EU Industrial Investment Scoreboard, European Commission, JCR/DG RTD.
Nota: A rentabilidade é medida como a participação das vendas líquidas nos lucros operacionais.

Vale lembrar que a proteção gerada pelo sistema de patentes, justificada pela necessidade de proteção à atividade inovativa, tem sofrido distorções associadas, por exemplo, à prática generalizada do lançamento de drogas estruturalmente muito similares a fármacos já conhecidos (*me-too drugs*), mas com pequenas diferenças farmacoterapêuticas capazes de resultar em proteção patentária, preços e margens de lucro mais elevados (MAZZUCATO, ROY, 2019).

Vários estudos apontam que o número de medicamentos aprovados que efetivamente representam benefícios consideráveis para os pacientes é reduzido. Em um estudo para 216 medicamentos introduzidos na Alemanha entre 2011 e 2017 e analisados pelo Instituto de Qualidade e Eficiência na Assistência à Saúde (IQWiG), apenas 25% foram considerados como tendo grandes benefícios adicionais (WIESLER, MACGAURAN, KAISER, 2019). Na avaliação realizada pela Prescrire Internacional de 906 medicamentos lançados na Europa

entre 2010 e 2019, apenas cerca de 8% ofereciam benefícios adicionais claros, outros 52% não representavam nenhum benefício adicional e 16% ofereciam mais contraindicações do que benefícios (PRESCRIRE INTERNATIONAL, 2020).

Frequentemente, as empresas do setor usam também a prática de realizar melhorias marginais como forma de obter patentes secundárias e estender o período de proteção, mantendo os lucros elevados (MAZZUCATO, 2018). Os 12 medicamentos mais vendidos em 2017 nos Estados Unidos tinham 848 patentes associadas a eles, o que resultava em uma média de 71 patentes por medicamento. Considerando as patentes solicitadas, a média se elevava para 125 patentes, resultando em um bloqueio potencial de competidores de, em média, 38 anos (I-MAK, 2018).

Outra característica destacada refere-se ao fato de parte importante das pesquisas são financiadas com recursos públicos. As inovações são resultado não apenas dos esforços empresariais, mas envolvem investimentos significativos de agentes, instituições e fundos públicos e, portanto, da sociedade como um todo. Paralelamente, os resultados da inovação são capturados por uma parcela pequena de agentes que, além de protegidos por patentes, utilizam estratégias ativas para ampliar a proteção sem necessariamente agregar benefícios concretos.

Cabe destacar ainda a generalização da lógica e estratégia de maximização do valor do acionista (MVA), no âmbito de uma dinâmica de acumulação global cada vez mais financeirizada, com a agressiva distribuição de dividendos e uso de recursos na recompra de ações. De acordo com Tulum e Lazonick (2019), entre as 19 empresas farmacêuticas presentes no S&P 500, o valor total gasto em P&D entre 2007 e 2016 foi de US\$ 488 bilhões. No entanto, a distribuição de dividendos somou US\$ 267 bilhões e as recompras de ações totalizaram US\$ 296 bilhões. O valor das recompras e dividendos foi equivalente a 18,2% das receitas, enquanto os gastos em P&D equivaleram a 15,8%.

Além de direcionar recursos para valorizar as ações, resultando em benefícios para uma parcela pequena de investidores, é importante destacar outra faceta importante dessas estratégias, que é sua influência sobre os processos de fusão e aquisição. Esses processos, impulsionados pela valorização acionária e pela participação de grandes investidores institucionais na capitalização das operações, reforçam o grau de concentração global e de controle sobre ativos comerciais e ativos tecnológicos protegidos por patentes. Segundo Busfield (2020), os investidores institucionais estão cada vez mais presentes na estrutura de propriedade das grandes empresas farmacêuticas. A título de ilustração, controlam 75,1% da Pfizer; 76,8% da Merck; 68,1% da Johnson & Johnson; 70,1% da AbbVie; 80,1% da Gilead; 79,3% da Amgen; 74,3% da Bristol Myers Squibb e 79,7% da Eli Lilly.

Outra característica importante é presença de estratégias ativas de F&A, que não só possibilitam o acesso a ativos estratégicos, como também provocam uma maior concentração de mercado e centralização de capital. Essas estratégias, inclusive, envolvem não somente empresas do CEIS, mas, cada vez mais, investidores institucionais do sistema financeiro e operações entre empresas do CEIS e de outros setores ligados às novas tecnologias digitais. O resultado é não só concentração de mercado e centralização do capital, mas também uma maior interpenetração do capital financeiro nas atividades de saúde e tecnologia e um maior poder de mercado dessas companhias, que se reflete nos preços e nas margens de lucro no CEIS.

Fernandez e Klinge (2020) destacam a importância do ciclo recente de liquidez e taxas de juros reduzidas para o modelo de gestão financeirizada no setor farmacêutico com aumento do grau de endividamento, elevados pagamentos de dividendos e recompras de ações e aumento da importância dos ativos intangíveis. No processo de elevação dos ativos intangíveis, destacam-se o crescimento do Goodwill, fruto do intenso processo de F&A realizado. Os autores destacam o aumento verificado nas 10 maiores empresas do setor dos ativos intangíveis de 13% dos ativos totais no ano 2000 para 49% em 2018. E desse total de ativos intangíveis em 2018, equivalente a US\$ 520 bilhões, US\$ 270 bilhões eram referentes ao Goodwill (US\$ 27 bilhões em 2002) o que enfatiza a importância das aquisições realizadas. Como os investimentos no CEIS demandam elevados recursos – seja em P&D seja nos processos posteriores de registro e regulamentação das inovações –, em geral, as pequenas empresas, apoiadas por fundos públicos de apoio científico e fomentadas por um processo de capitalização de fundos de venture capital, mesmo que com potencial para desenvolvimento de etapas incrementais relevantes do processo inovativo, são adquiridas, até porque dificilmente seriam capazes de acompanhar o patamar vigente de gastos para se manter na trajetória tecnológica.

Como aventado anteriormente, analisar a dinâmica entre a financeirização e a estrutura produtiva e tecnológica no CEIS não implica apenas constatar a largamente discutida sobreposição entre o investimento financeiro e o produtivo. Em um mundo crescentemente globalizado, caracterizado por novas formas de organização da produção e de acumulação do capital, a lógica financeira não se sobrepõe à produtiva, mas se embrinca a ela, delimitando uma nova estratégia de valorização, que inclui a criação, apropriação, desenvolvimento e proteção do conhecimento gerado.

Nesse contexto, a valorização patrimonial passa não só pelo investimento em PD&I e em outros ativos intangíveis, mas também pela aquisição desse conhecimento e ativos via F&A, ilustrando a predominância do valor patrimonial sobre o investimento novo – este último muitas vezes gerado por universidades e *startups*, potencialmente financiadas pelo poder público.

Também é possível destacar que a expansão em direção a novos mercados e a internacionalização das empresas do CEIS têm sido realizadas fortemente através de F&A, impulsionada pela ampla mobilidade possibilitada pelo caráter financeiro das estratégias das empresas líderes (MONTALBAN, SAKINÇ, 2013).

A financeirização e a própria dinâmica produtiva e tecnológica do CEIS associam-se a um processo inter-relacionado de concentração do capital, centralização dos ativos intangíveis (marcas, patentes e outras propriedades intelectuais) e expansão global. Dado a centralidade desses setores nas estratégias de inovação e de financeirização do capitalismo contemporâneo, é importante se voltar à análise das políticas industriais realizadas nos países desenvolvidos e nos países periféricos, estudando, em especial, como a constituição de uma infraestrutura institucional coesa permitiu o avanço tecnológico e a consolidação de um determinado padrão competitivo. Complementarmente, esta parte da pesquisa analisa quais são os rebatimentos sobre os sistemas de saúde nesses países. Ou seja, será investigado em que medida os avanços tecnológicos e competitivos conseguiram atender aos interesses das populações em termos de acesso aos serviços de saúde.

Entre os PD, serão estudados os casos dos Estados Unidos e Reino Unido. O primeiro representa o país líder em termos de gastos em P&D e rentabilidade na maior parte dos setores do CEIS 4.0. Ademais, também é o berço do processo de financeirização. Se, por um lado, a infraestrutura institucional construída no país tenha logrado inegável êxito para o surgimento de firmas inovativas e rentáveis, por outro, os benefícios desses avanços tecnológicos e institucionais encontram limites claros em termos de acesso aos serviços e equipamentos de saúde.

Em relação ao segundo, observa-se um esforço expressivo por parte do governo em torno de uma estratégia de desenvolvimento industrial visando uma redução do *gap* tecnológico. Em especial, a partir da inspiração do desenvolvimento tecnológico estadunidense, as iniciativas têm se voltado para o fortalecimento de uma infraestrutura institucional que seja aderente ao *catching up* embasado por uma estratégia de desenvolvimento industrial orientada por missões (*mission oriented*).

Apesar do Reino Unido apresentar uma situação de claro atraso em relação aos Estados Unidos do ponto de vista da competitividade tecnológica e do tamanho de mercado das firmas pertencentes ao CEIS 4.0, a situação é oposta no que diz respeito aos desdobramentos sobre o sistema de saúde: o país conta com um dos melhores sistemas públicos de saúde do mundo – o *National Health Service* (NHS) – caracterizado por uma elevada capilaridade.

A pesquisa estende então a análise para alguns países em desenvolvimento (PED). De um lado, em que pese o protagonismo apontado dos PD, o período recente marca a ascensão de novas potências industriais (em especial a China), que, a partir de estratégias de

desenvolvimento centradas na inovação, vêm desafiando a liderança tecnológica dos países centrais. De outro, em especial em relação à análise do caso brasileiro, as trajetórias de outros PED nos fornecem ensinamentos relevantes, em especial em função da centralidade dada à ciência e tecnologia como estratégia de desenvolvimento de longo prazo.

Em relação aos PED, os casos contemplados são os da Índia, China e Brasil. A análise do caso indiano se justifica pelo êxito do país em se inserir em setores do CEIS 4.0, em especial na farmacêutica, a partir de uma estratégia bastante pragmática de absorção tecnológica. Para isso, o país dispôs de uma estratégia de longo prazo focada na ciência e no uso inteligente da lei de patentes.

A China merece uma atenção especial por dois motivos principais. Em primeiro lugar, o país vem se consolidando como uma potência industrial que visa a liderança inovativa. Essa estratégia está muito bem delineada em sucessivos pacotes de política industrial. Em segundo lugar, o país, em face do reconhecimento das crescentes desigualdades nacionais, tem voltado as suas atenções para o âmbito da oferta de serviços de bem-estar, com claros impactos sobre os setores do CEIS 4.0.

O caso brasileiro tem claro interesse para esta pesquisa. Há um esforço de mapear as políticas de ciência e tecnologia realizadas, com foco na indústria farmacêutica (que é o setor do CEIS 4.0 com maior destaque no país). Adicionalmente, analisa-se a evolução recente no sistema de saúde brasileiro que, analogamente ao caso do Reino Unido, vem lidando com o aumento das dificuldades de financiamento e da mercantilização (e financeirização).

2.2 Países Desenvolvidos: Estados Unidos e Reino Unido

2.2.1 *Estados Unidos*

Em consonância com a literatura a respeito da existência de um “Estado Empreendedor” (BLOCK, 2008; MAZZUCATO, 2014), a análise dos setores do CEIS 4.0 evidencia que o sucesso estadunidense teve como contrapartida um protagonismo (muitas vezes negligenciado) do Estado. Chama a atenção, em especial, como a construção de um sistema de inovação complexo coube muitas vezes ao capital estatal, responsável pelos investimentos de maior risco, inclusive os relacionados aos setores do denominado *life Science* - predominantemente a pesquisa básica que serviu de anteparo para as principais inovações no país

O traço mais marcante do caso estadunidense, e que recorrentemente serve de parâmetro para as estratégias de inovação de outros países, é a existência de um “ecossistema” de inovação muito robusto a partir de uma forte interação entre os agentes (DAUDT e WILCOX,

2016; ATKINSON et al., 2012; ROY, 2017). Entre os fatores que são constitutivos dessa infraestrutura institucional, podem ser apontados:

- a) O suporte expressivo do governo, em especial no fomento a atividades de pesquisa básica e aplicada (ORWEN, 2017; MAZZUCATO, 2014). Em síntese, por meio de agências estatais, o Estado corrige uma falha de mercado importante: a aversão do capital privado a investir nas atividades inerentemente arriscadas de pesquisa básica, que exigem um longo período de maturação do investimento;
- b) O arranjo de uma institucionalidade que estimule, via benefícios econômicos, a transferência tecnológica dos centros de pesquisa e universidades (financiados, em grande medida, pelo investimento estatal) para agentes privados;
- c) A predominância de um ambiente com elevada concorrência privada, de tal forma que as firmas que lograram atingir etapas de comercialização estejam capacitadas em termos inovativos e;
- d) A existência de um mercado de *venture capital* muito pujante. Embora os efeitos negativos da financeirização, apontados anteriormente, não possam ser esquecidos, essa modalidade de financiamento foi importante em alguns setores-chaves do CEIS 4.0, em especial na biotecnologia.

A respeito do primeiro ponto – o papel crucial do Estado no financiamento da pesquisa básica - Orwen (2017) coloca que, de forma análoga ao desenvolvimento do setor da tecnologia da informação, a liderança estadunidense nos setores do CEIS 4.0 relaciona-se à criação de agências de fomento. Entre esses órgãos, destaca-se o *National Institute of Health* (NIH). Segundo Fonseca et al. (2021), em 2020, a estrutura do NIH contava com 27 centros de pesquisa próprios e um orçamento anual de US\$ 41,7 bilhões. No entanto, cerca de 80% dessa quantia foi direcionada a pesquisas “extramuro”. Ou seja, como salientado pelo segundo fator em destaque, o grosso do financiamento se destinou para fora dos centros de pesquisa da agência: por ano, cerca de 50.000 projetos de pesquisas são concedidos para mais de 2.500 universidades e centros de pesquisa dentro e fora dos Estados Unidos.

Mazzucato e Roy (2019) salientam como esse financiamento público foi fundamental para o surgimento da indústria biofarmacêutica: entre 1934 e 2015, o investimento financiado pelo NIH foi de cerca de US\$ 804 bilhões. A respeito do desenvolvimento tecnológico do setor, Fonseca et al. (2021) e Lazonick et al. (2019) apontam que o NIH contribuiu para o financiamento de todas as descobertas de *novas entidades moleculares* no país entre 2000 e 2016. Essa participação do NIH também é identificada em outros setores componentes do CEIS 4.0. No campo da *nanotecnologia*, por meio do *Nanomedicine Roadmap Initiative*, a

agência financiou uma série de pesquisas a respeito do desenvolvimento de engenharia de materiais, visando, em especial, um rápido diagnóstico de doenças e um tratamento clínico mais preciso e menos invasivo (PATEL e NANDA, 2015; LIU et al., 2020). Similarmente, no campo da *manufatura aditiva*⁶ a agência figura como uma fonte importante dos recursos⁷.

Mazzucato e Roy (2019) argumentam que o papel do NIH tem ido muito além de apenas fomentar a ciência básica. Na prática, a instituição tem financiado projetos e tecnologias que visam também a criação de mercados para o investimento privado. Esse processo fica nítido na análise do surgimento do setor da biotecnologia do país nos anos 1980. Além disso, Orwen (2017) coloca que a agência teve um papel importante no fornecimento de mão de obra especializada, que posteriormente migrou para as empresas privadas do país.

Um segundo aspecto desse arranjo institucional se relaciona à capacidade de construção de uma rede de incentivos que estimulasse a transferência tecnológica das universidades/centros de pesquisa para os agentes privados. O *Bayh-Dole Act*, de 1980, deu liberdade para que as descobertas científicas, financiadas por investimento público, concebidas nas universidades, fossem patenteadas. Essa lei permitiu tanto que os frutos das pesquisas fossem comercializados e adquiridos por firmas líderes do CEIS 4.0 quanto que novas firmas fossem criadas. Outra medida importante para a criação de *start-ups* foi o programa *Small Business Innovation Program* (SBIR), que – por meio da combinação de *grants*, garantias de compra pública de produtos ainda em fase pré-comercial – dá um importante suporte para que as empresas logrem aumentar suas escalas e ampliar o seu escopo tecnológico. Desse modo, a aposta em uma maior “porosidade” nas fronteiras entre universidade e indústria é apontada como um dos traços fortes dos setores intensivos em ciência (como são os setores do CEIS 4.0).

Uma terceira característica que vale a pena ser mencionada nessa infraestrutura institucional é a prevalência de um ambiente altamente competitivo. Cockburn et al. (2011) destacam quatro instâncias competitivas:

- a. em um primeiro nível, há uma intensa competição entre os profissionais na academia e nos centros de pesquisa pela prioridade de descobertas e obtenção de reputação no meio. Em especial, a lógica de distribuição de gratificações (*grants*, promoções, *status*, poder etc.) incute um ambiente de forte concorrência entre os colegas;

⁶ Nesse campo, transformações profundas vêm ocorrendo nos estudos sobre geração e regeneração de tecidos e estruturas corpóreas (a denominada “biofabricação”), em novos usos no tratamento odontológico e no tratamento cardiovascular, entre outros (ZADPOOR e MALDA, 2017; REZVANI GHOMI et al., 2020).

⁷ No entanto, Bourell et al. (2009) e Daut e Wilcox (2016) apontam que as políticas orientadas para esse setor se inserem em uma estratégia mais ampla – o Roadmap for Additive Manufacturing Report (RAM) e o National Network Manufacturing Innovation (NNMI).

- b. Nos níveis acima nas organizações, a competição é igualmente vigorosa entre grupos de pesquisa e universidades para a atração de profissionais talentosos e para o financiamento público para conduzir as pesquisas;
- c. Outra arena de concorrência é no “mercado de tecnologia”. Pelo lado da oferta de novas tecnologias, podem ser mencionados agentes econômicos como universidades, centros de pesquisa, laboratórios do governo e empresas de biotecnologia e, pelo lado da demanda, companhias pertencentes à *Big Pharma*. Essas duas pontas negociam em torno de aspectos, tais como fornecimento de licenciamento tecnológico e novas patentes. Instituições e mercados específicos foram criados para intermediar essas trocas, como os escritórios de licenciamento tecnológico das universidades e as organizações setoriais, como a *Bio Conference*;
- d. Finalmente, há uma forte competição ao nível dos produtos, com uma concorrência acirrada entre as grandes corporações.

Finalmente, o mercado de *venture capital* do país demonstrou ser um elemento importante. Como destacam Orwen (2017) e Kennedy (2018), seguindo a lógica das empresas do Vale do Silício, as *start ups* do setor de biotecnologia tiveram no *venture capital* um alicerce importante para o seu dinamismo. Assim, de forma complementar ao financiamento público fornecido sobretudo pelo NIH, esse robusto mercado teve impactos profundos para o aumento de escala de uma série de firmas inovadoras no país.

Vale notar, no entanto, que a constituição de um ecossistema inovativo bastante robusto como esse não implica a ausência de contradições importantes. Em primeiro lugar, apesar dos esforços inovativos relevantes e do fato das corporações do país deterem a liderança na maior parte dos segmentos do CEIS 4.0, a predominância da lógica “financeirizada” tem gerado efeitos negativos em termos de gastos em P&D e na evolução dos preços de medicamentos (ROY, 2017).

Além disso, a despeito do grande desenvolvimento tecnológico nos setores do CEIS 4.0, o país ainda apresenta um sistema de saúde com sérias limitações. O longo processo de aumento da desigualdade socioeconômica implicou a precarização do acesso das famílias estadunidenses aos serviços de saúde. Rao e Hellander (2014) destacam uma trajetória de crescente desamparo: entre 2003 e 2012, o número de estadunidenses que não contavam com uma cobertura de saúde adequada subiu de 61 milhões para 84 milhões (46% da

população entre 19 e 64 anos)⁸. Nos últimos anos, iniciativas têm sido tomadas para mitigar essa situação. Ao longo do governo Obama um longo debate foi travado em torno do tema e, mais recentemente, com a eleição de Joe Biden, a questão voltou a ser prioritária.

Como esclarecem Roncaglia e Romero (2021), Block (2008), Cherif e Hasanov (2019) e Berger (2013), embora a constituição da infraestrutura institucional tenha sido uma marca no desenvolvimento estadunidense, no debate político e acadêmico o discurso hegemônico foi o de que o tal êxito industrial foi fruto das “forças de mercado”. Em especial no pós-crise financeira de 2008, em face de um cenário do acirramento da concorrência interestatal e surgimento de novos concorrentes (sobretudo, a China), observou-se uma mudança nessa retórica. Passou a ganhar força a tese de que a indústria doméstica precisava retomar o seu papel de motor de crescimento e inovação no país. Como aponta Andreoni (2017, p. 265):

The financial crisis did not simply reveal fundamental problems in the financial sector. It also made evident how the United States' engine of growth and innovation—its national manufacturing system—was afflicted by a number of structural problems. Persistent trade imbalances, offshoring of production and R&D centers of national champions such as IBM and Du Pont, the relatively slow technological dynamism, and the increasing loss of critical industrial competencies were all manifestations of these problems.

Berger (2013) coloca que parte dessa perda de dinamismo tecnológico atrela-se à deterioração de uma das características apontadas como constituintes do ecossistema de inovação do país: a forte interação entre pesquisa e manufatura. A fragmentação produtiva, em direção aos países asiáticos, implicou o crescente distanciamento entre os laboratórios de P&D e as atividades manufatureiras. Ou seja, em determinados setores, como o de biotecnologia, uma parte considerável da inovação concentra-se nas atividades associadas ao processo produtivo.

No período recente, observam-se políticas ativas com a finalidade de reverter tal tendência. Há uma clara preocupação em torno da reconstrução das bases industrial e tecnológica do país. O programa mais importante foi a *American Recovery and Reinvest Act* (ARRA). De um lado, fica clara uma preocupação com o fortalecimento da espinha dorsal da manufatura do país – como infraestrutura, treinamento e provisão de condições mais propícias para a manutenção das empresas no país. Em função do diagnóstico de que havia uma situação de escassez de mão de obra qualificada no país (em especial, cientistas, pesquisadores de tecnologia e informação e engenheiros), foi lançado um programa de formação de profissionais com orçamento federal de US\$ 100 bilhões. De outro lado, há uma clara

⁸ Segundo os autores: “In 2012, 80 million people reported that, during the past year, they did not go to the doctor when sick or did not fill a prescription because of cost, up from 63 million in 2003. In 2012, 41 percent of working-age adults, or 75 million people, had problems paying their medical bills or were paying off medical bills over time, up from 58 million in 2005. In addition, an estimated 28 million adults used all of their savings to pay off bills and 4 million adults had to declare bankruptcy in the previous two Years” (RAO e HALLINGER, p. 216).

preocupação com o desenvolvimento dos setores relacionados à transição do paradigma tecnológico, como energias verdes, indústria 4.0, novos materiais, robótica, saúde etc. Dessa forma, há uma centralidade dos setores do CEIS 4.0, visível em estratégias como: a reformulação do *National Network for Manufacturing Innovation* (NNMI); a *Material Genome Initiative*; a *Robotics Centre and Additive Manufacturing*.

A pandemia da COVID-19 ressaltou alguns traços apresentados nos parágrafos anteriores. Em primeiro lugar, o robusto ecossistema inovativo do país logrou êxito em fornecer vacinas à população de forma célere, demonstrando a alta capacidade inovativa das empresas nacionais. Em segundo lugar, a eleição de Biden e a necessidade de políticas de recuperação econômica, deu novo ímpeto às políticas que vinham sendo ensaiadas no período anterior de fomento à indústria e de assistência social. Após um amplo pacote fiscal, o “Plano de Resgate” (US\$ 1,9 trilhões), focado em transferências às famílias mais pobres, o governo lançou o *American Jobs Plan* (US\$ 2,3 trilhões), voltado aos investimentos em infraestrutura e inovação (com destaque para os impactos nos cuidados de saúde). Em abril de 2021, foi lançado ainda um “Plano de Auxílio às Famílias Americanas” (US\$ 1,8 trilhões), focado no gasto social com educação e saúde.

Como colocam Barbosa e Roncaglia (2022), essa agenda de políticas reconhece dois pontos relevantes no escopo desta pesquisa e que, potencialmente, podem suscitar transformações no CEIS 4.0 no país: a) o retorno da política industrial – ou seja, o fortalecimento entre Estado e mercado na geração de inovações e aumento da produtividade (o desenvolvimento das vacinas é apontado como um resultado desse processo); b) a necessidade de dar maior atenção ao bem-estar social verde: o aquecimento global, a mudança demográfica e o aumento da desigualdade de renda e de riqueza.

Quadro 1. Síntese de Políticas, Instituições e Estratégias relacionadas aos setores do CEIS 4.0 nos Estados Unidos

Política/Estratégia/Instituição	Ano de criação	Descrição
National Institute of Health	1887	Conglomerado de centros de pesquisas. Ademais, financia diretamente uma ampla rede de pesquisas junto a universidades e outros centros de pesquisa
Bayh-Dole Act	1980	Permitiu que universidades e centros de pesquisa patenteassem as suas invenções, mesmo que financiadas por investimentos públicos
Small Business Innovation Program (SBIR))	1982	As agências foram obrigadas a dedicar uma fração, inicialmente de 1,25% de seu financiamento à pesquisa, para apoiar iniciativas provenientes de

American Recovery and Reinvest Act (ARRA)	2009	pequenas empresas independentes com fins lucrativos. Pacote de estímulo de US\$ 787 bilhões. Entre as medidas estão: o resgate financeiro de grandes empresas <i>too big to fail</i> como a GM e um amplo programa de revitalização da indústria dos EUA, contemplando os setores de energia renovável, projetos de transmissão de energia, reestruturação dos laboratórios de P&D etc.
Roadmap for Additive Manufacturing	2009	Iniciativa liderada pela National Science Foundation e o Office of Naval Research, com o intuito de mapear as necessidades do país para o desenvolvimento em cinco áreas da manufatura aditiva: design, controle e processo de modelagem; materiais, processos e máquinas; aplicações biomédicas; e energia e sustentabilidade.
National Network for Manufacuring Innovation (NNMI)	2011	Iniciativa que envolve várias agências governamentais (Departamento de Comércio, Departamento da Defesa, Departamento de energia, NASA, NSF, Departamento de Educação, Departamento de Proteção Ambiental etc.) que visa a liderança tecnológica da economia estadunidense
Material Genome Inictiative	2011	Iniciativa que contempla vários setores governamentais que almeja a liderança do país no campo da genética e de novos materiais.
Plano de Resgate	2021	Pacote de estímulo de US\$ 1,9 trilhões para acelerar a recuperação do país em virtude do impacto econômico da COVID-19
American Jobs Plan (AJB)	2021	Com um orçamento de US\$ 2,65 trilhões, a proposta prevê uma série de iniciativas de modernização da economia e indústria do país: automóveis elétricos, infraestrutura, transporte público, etc.

Fonte: Elaboração própria

2.2.2 Reino Unido

A análise do caso do Reino Unido mostra pontos convergentes e divergentes ao caso anterior. Por um lado, em contraste aos Estados Unidos, o país conta com um sistema público de saúde, o *National Health System* (NHS), de longa tradição (foi fundado em 1948) e ampla capilaridade no território e na população. Em contraste com o sistema estadunidense, os serviços prestados pelo NHS são gratuitos a todos aqueles que moram no Reino Unido. A despeito do caráter gratuito e do fato desse órgão ter servido de inspiração para o desenho de sistemas de saúde públicos ao redor do mundo (como o SUS), Lavinas et al. (2022) e Gaffney et al. (1999) destacam um cenário de crescente precariedade no financiamento

público do sistema de saúde do Reino Unido. Em especial, a partir dos anos 1990⁹, houve um intenso processo de privatização do modelo: novos investimentos (como a construção de novos hospitais) passaram a estar atrelados a parcerias público-privadas (PPP), com impactos em termos de distribuição de novos investimentos, que passam a ser movidos pela lógica privada (uma vez que é a iniciativa privada que provê os novos equipamentos) e resultaram no sucateamento da infraestrutura.

Por outro lado, similarmente ao apontado para o caso dos Estados Unidos, observa-se uma preocupação patente em relação à perda de capacidade da indústria de ser o motor de crescimento e inovação no país, em especial no período posterior à crise financeira de 2008. Como colocam Chang et al. (2013):

Today, the UK's manufacturing sector is a pale shadow of its former self. People often have taken comfort in the fact that the country is still the 8th largest manufacturing nation in the world, but in per capita terms (MVA¹⁰ per capita), it is only the 24th in the world (...) behind even Iceland (ranked the 16th) and Luxembourg (ranked the 19th), not to speak of the Japans and the Finlands of this world. By 2012, it had also fallen behind its traditional rival, France (ranked the 22nd, with \$3,810 against the UK's \$3,731) (Chang et al., 2013, p. 5)

Os autores, a partir da comparação do desempenho industrial de 10 países,¹¹ apontam que no Reino Unido foi onde ocorreu o processo mais agudo de desindustrialização: entre 1990 e 2010, a participação do valor adicionado manufatureiro (VAM) no PIB caiu de 19% para 11,4%. Apesar de possuir uma expressiva produção científica (cerca de 10% da produção mundial), tais avanços têm tido dificuldades de serem transferidos para a indústria. O país é responsável por somente 1% das patentes mundiais, com uma trajetória de descendência: entre 2004 e 2011, de acordo com os dados da WIPO, o número de patentes em vigor caiu de 473.904 para 445.380. Em contraste, o número de patentes, no mesmo período, aumentou de 29% nos Estados Unidos (de 1,6 milhões para 2,1 milhões).

No bojo do debate a respeito da recuperação industrial do Reino Unido, O'Sullivan (2011) e Orwen (2017) destacam que ela, necessariamente, passaria pela constituição de uma infraestrutura institucional com foco na inovação. Orwen (2017), a respeito do setor de biotecnologia, reconhece que esse esforço encontra limites. Dado o diferencial tecnológico e da robustez do arranjo institucional nos Estados Unidos, capitaneado pelo NIH, e em face do cenário de estrangulamento fiscal do NHS salientado nos parágrafos anteriores, dificilmente o Reino Unido conseguiria se equiparar aos Estados Unidos. Entretanto, o foco deveria ser

⁹ Gaffney et al. (1999) colocam que a partir do final dos anos 1990 passa a ocorrer uma situação de desinvestimento (gastos negativos) no financiamento com hospitais e cuidados de saúde no país. Esse processo

¹⁰ Valor adicionado manufatureiro (VAM).

¹¹ China, Coreia do Sul, Finlândia, Japão, Alemanha, Itália, Brasil, Estados Unidos e Reino Unido.

voltar às atividades nas quais o país já conta com vantagens competitivas expressivas. Em especial, as políticas deveriam dar condições de que o setor de pesquisa biomédica (de alta qualidade) conseguisse passar da descoberta para a comercialização.

Uma iniciativa importante nesse sentido foi a constituição dos chamados *CATAPULT Centres*. São mais de quarenta centros de pesquisas dispersos no país relacionados a nove segmentos da fronteira tecnológica: a) terapia celular e genética; b) digital; c) descobrimentos médicos; d) conexão de lugares; e) aplicações de compostos semicondutores; f) sistemas de energia; g) indústria de alta intensidade tecnológica; h) energia renovável; e i) aplicações de satélites. Como explicam Kerry e Danson (2016), esses centros científicos baseiam-se no modelo do *Triple Helix* (hélice tripla), no qual a *ciência* (centros de pesquisa/universidades), os setores manufatureiros e de serviços e o governo cooperam entre si. Além da clara inspiração do caso estadunidense em relação à constituição de uma infraestrutura na qual predomine uma forte interação entre os agentes, observa-se que os *Catapults Centres* constituem uma estratégia de desenvolvimento regional. Dessa forma, à semelhança do caso exitoso do setor da tecnologia da informação no Vale do Silício e da biotecnologia na *Bay Area*, da região da Emilia-Romagna, na Itália, e de Baden-Württemberg, na Alemanha, há uma ideia de constituição de *clusters* regionais¹².

Em 2017, o governo do Reino Unido aprofundou as mudanças em curso. Os esforços em torno da constituição de um sistema de inovação coeso apareceram agora como uma estratégia de Estado. Num novo conceito de política industrial, o relatório, *Industrial Strategy* (HM GOVERNMENT, 2017), colocava a inovação no centro da estratégia de desenvolvimento do país, que passava a ter *quatro desafios* principais a serem enfrentados: a) aumentar a competitividade do país no setor de inteligência artificial (IA) e na denominada “revolução dos dados”; b) maximizar as vantagens na transição para uma matriz energética calcada na energia limpa; c) tornar-se uma economia líder nas novas formas de mobilidade (veículos elétricos, modernização do sistema ferroviário, e desenvolvimento de transporte autônomo); e d) o envelhecimento da população.

¹² “Innovation intermediaries such as Catapult Centres are ideally placed to play a role in helping drive the adoption of open innovation at a regional level. The Centres aim to ‘de-risk’ innovation by providing a range of services throughout the research and development cycle, acting as both an anchor and a catalyst for new markets, innovative sectors, clusters and networks (...) Operating at higher technology readiness

levels (TRL 3–8) than other institutions such as public research centres (TRL 1–3), there are currently seven

Centres.¹ These deal with cell therapy, the connected digital economy and future cities (based in London);

high value manufacturing (based in Warwick, Sheffield, Strathclyde and Bristol); offshore renewable energy (Glasgow and Northumberland); satellite applications (Oxford); and transport systems (Milton Keynes). These Centres, despite a national remit, often work closely with organizations from science, industry and government in the region in which they are based” (KERRY e DANSON, 2016, p. 73).

De forma direta, o primeiro e o quarto desafio relacionam-se com os setores componentes do CEIS 4.0. A respeito do desafio – de tornar a economia do Reino Unido uma potência no setor de IA e na revolução dos dados –, o documento aposta que dada a reconhecida capacidade do país de geração de conhecimento¹³, há potencial de criação de um número considerável de novos postos de trabalho. Como forma de coordenar esses setores, foi designado um escritório governamental próprio (*Office for AI*), que definiu seis setores prioritários: segurança cibernética; as *life sciences* (com muita aderência ao conjunto de setores do CEIS 4.0); a construção civil; indústria; energia; e tecnologia agrícola.

O processo de envelhecimento da população também é destacado no documento como um desafio a ser enfrentado pelo país. O documento aponta que, em 2016, o percentual da população acima de 65 anos era de cerca de 18% e, segundo estimativas, tal fração seria próxima a 25% em 2046. Em um cenário de queda de natalidade e previsão de aumento ainda maior da longevidade¹⁴, há preocupações quanto aos impactos no sistema previdenciário.

No entanto, o documento aponta oportunidades de desenvolvimento tecnológico diante desse quadro. Como forma de contornar o aumento da demanda por cuidados de saúde e o consequente aumento com gastos sociais, há uma aposta no uso de inovações. De um lado, elas poderiam, no bojo do debate sobre a necessidade de alterações do regime previdenciário, permitir que a população idosa continuasse por mais tempo trabalhando. De outro, oportunidades se relacionam ao uso do sistema de informações do NHS. Segundo o documento, o uso seguro dos dados da agência poderia fomentar o desenvolvimento de novas ferramentas para diagnóstico e tratamento precoces. Além disso, há a previsão da constituição de *hubs* digitais regionais para conduzir pesquisas na área.

Mazzucato e Willetts (2019) apontam que essa reorientação por parte do governo do Reino Unido se relaciona a uma nova concepção de desenvolvimento, baseada na abordagem “orientada por missões” (*mission-oriented*). Segundo os autores, essa concepção enfatiza os efeitos sociais gerados pela inovação. Ou seja, para além dos efeitos sobre a produtividade e o crescimento econômico, que historicamente foram o objeto da política industrial, a inovação deve auxiliar na solução de obstáculos sociais:

From clean technologies to self-driving cars, innovation can help us live more sustainable, healthier, and longer lives. The Industrial Strategy is an opportunity to exploit the UK's competitive advantages and to strategically use every instrument at the disposal of the public and private sectors to support this endeavour. Citizens must be genuinely involved in the needed transition – it cannot be handed down from above (MAZZUCATO e WILLETS, 2019, p. 11).

¹³ “We have some of the best research institutions in the world and (...) globally-recognised capability in AI-related disciplines, including maths, computer science, ethics and linguistics” (HM GOVERNMENT, 2017).

¹⁴ Além disso, as projeções do governo são as de que uma a cada três crianças que nascem atualmente no país atinjam mais de cem anos de vida.

Balawejder et al. (2021) apontam oito características das políticas orientadas por missões:

- a. *Direcionalidade*: o Estado, de forma explícita, determina a direção da política de inovação de acordo com suas vantagens competitivas;
- b. *Abordagem de “portfólio de inovações”*: como a experimentação é um dos traços mais importantes da inovação, essa abordagem tem uma postura de administração dos riscos tomados e não de evitá-los a qualquer custo;
- c. *Coordenação política*: tenta-se distanciar de uma abordagem “departamentalizada” (*siloeed approach*), na qual há uma grande autonomia entre os setores governamentais, e se aproximar de uma maior cooperação entre diferentes partes do governo;
- d. *Governança descentralizada e múltiplas soluções*: o processo de inovação deve envolver um amplo grupo de agentes, para que sejam evitadas as armadilhas do planejamento *top-down*;
- e. *Construção de um sistema de inovação interdisciplinar*: percepção de que o desenvolvimento de um ecossistema de inovação exige uma forte colaboração entre diferentes campos de conhecimento;
- f. *Foco na mudança estrutural, na eficiência dinâmica e nos spillovers*: as missões devem mirar nas soluções tecnológicas que gerem benefícios para uma gama de setores, criando mercados e produtos. Assim, em oposição a uma análise estática dos custos e benefícios de um determinado investimento, os projetos aprovados pelo governo devem ter um potencial de promover tanto a mudança estrutural quanto criar *spillovers*;
- g. *Capital paciente de longo prazo*: as políticas orientadas por missões, em geral, se relacionam a desafios de longo prazo. Assim, há a necessidade de instrumentos de financiamento também de longo prazo;
- h. *É preciso que haja uma definição bem definida daquilo que se busca*: as missões visam responder a questões sociais específicas. Desse modo, a inovação cumpre o papel de conceber um “produto” de solução para um problema previamente determinado.

O Reino Unido foi um dos casos mais exitosos na oferta de vacinas contra a COVID-19. O governo conseguiu pôr em prática, de forma acelerada, um maciço programa de vacinação. Em função da rapidez da aplicação das primeiras doses, observou-se uma queda expressiva na taxa de hospitalização e no número de óbitos provocados pelo vírus, a partir de janeiro de

2021. Entre as vacinas oferecidas ao público,¹⁵ destaca-se a Oxford/AstraZeneca (Ox/AZ), fruto de uma parceria entre a Universidade de Oxford e a empresa AstraZeneca.

Segundo Balawejder et al. (2021), o êxito da iniciativa da vacina Ox/AZ, cujo esforço foi denominado pelo governo de *Vaccines Taskforce* (VTF), deve ser compreendido como um estudo de caso de uma estratégia orientada por missões. Ou seja, para os autores o sucesso da Ox/AZ está relacionado à definição anterior.

Em primeiro lugar, é resultado de um ecossistema inovativo. Ou seja, o seu desenvolvimento é resultado de uma série de pesquisas e programas científicos que se iniciaram ainda em 2012: a) *The Cell and Gene Therapy Catapult*, de 2012; b) *UK Vaccine Network*, de 2015; c) *Industrial Strategy*, de 2017 (66 milhões de libras foram destinadas para o desenvolvimento de vacinas); e d) os *Life Sciences Sector Deals*.

Além disso, dado o cenário de urgência, o VTF traçou uma missão clara a ser perseguida, tornando possível ter um arranjo coeso, envolvendo diferentes setores do governo que conseguiram resolver os problemas encontrados de forma célere.

Em terceiro lugar, o desenvolvimento e produção da Ox/AZ só foi possível em razão do financiamento público. Em um cenário de grande risco, dado o pioneirismo da empreitada de desenvolvimento de uma nova vacina em um intervalo de tempo muito curto, foi o Estado quem garantiu o “capital paciente”: em maio de 2020, o governo britânico garantiu a demanda por 100 milhões de doses da Ox/AZ a um preço pré-fixado. Além disso, foi depositado um sinal, que não poderia ser revertido em caso de fracasso do projeto.

Portanto, no bojo das transformações recentes no arranjo de políticas industriais no Reino Unido, Balawejder et al. (2021) colocam que o caso da vacina Ox/AZ traz ensinamentos importantes para futuras políticas industriais no país. Em primeiro lugar, a vacina provou como o fato de uma missão ser bem definida e com respaldo nas diferentes instâncias do governo (começando pelos líderes políticos do país) facilita a execução de um projeto.

Um segundo ensinamento diz respeito ao papel ativo do governo em identificar e envolver os agentes científicos que poderiam ser úteis no projeto. O governo teve um papel-chave na supervisão da cadeia de produção da vacina, atentando-se para as dependências do processo e identificando os obstáculos de forma célere. Nesse caso, sob liderança do governo, foi possível realizar o salto entre a descoberta científica e a produção e distribuição do produto que, historicamente, tem sido uma dificuldade nos setores intensivos em tecnologia no país.

Um outro aprendizado apontado pelos autores se relaciona ao fato de o VFT ter conseguido reunir diferentes campos de especialidades em torno do projeto. Estiveram envolvidos

¹⁵ Além da vacina da Oxford/AstraZeneca, foram disponibilizadas ao público as vacinas da Moderna e da Pfizer/Biontech.

cientistas, investidores de capital de risco (*venture capitalists*), industriais, reguladores etc. Dessa forma, a experiência comprovou a importância de uma abordagem holística da política industrial. O quarto ensinamento, já apontado anteriormente, diz respeito ao papel estratégico das compras públicas no caso da Ox/ZA, que garantiu segurança financeira para o desenvolvimento de um projeto com profundos impactos no bem-estar da população. Essa iniciativa, utilizada com cuidado na definição dos projetos, tem grande potencial em diversos segmentos no país.

A quinta lição se relaciona ao fato de o VFT mostrar a importância dos investimentos de longo prazo. De fato, essa missão comprovou a importância dos investimentos destinados às *Life Sciences* e do desenvolvimento do arcabouço institucional: as agências reguladoras, a infraestrutura para a condução das pesquisas clínicas e as organizações que promoveram a interação entre academia-indústria (sobretudo, os Catapults), tiveram um papel crucial. Todo esse arranjo tem sido arquitetado há pelo menos uma década.

Finalmente, a missão do VFT comprovou a necessidade de criar maior resiliência na estrutura produtiva do Reino Unido. Em um cenário de problemas de fornecimento nas cadeias globais de valor, suscitados pela pandemia, ficou patente a importância de manter “de forma defensiva” elos estratégicos no âmbito doméstico.

Quadro 2. Síntese de Políticas, Instituições e Estratégias relacionadas aos setores do CEIS 4.0 no Reino Unido

Política/Estratégia/Instituição	Ano de criação	Descrição
NHS	1948	Criado no pós-guerra, é um robusto sistema de saúde público, totalmente gratuito e que tem um papel fundamental no desenvolvimento do CEIS no país (pesquisa e poder de compra)
Catapults Centres	2010	Iniciativa de fomento que visa a constituição de sistemas regionais de inovação. Foca nos setores mais estratégicos, incluindo os do CEIS 4.0
The Cell and Gene Therapy Catapult	2012	Uma das iniciativas "Catapult". Visa a liderança do Reino Unido no segmento de genética e novos materiais
UK Vaccine Network	2015	Programa que promove a interação entre manufatura, academia e centros de pesquisa visando a produção e o desenvolvimento de vacinas no país.
Life Sciences Sector Deals	2017	Iniciativa que visa o desenvolvimento de tratamentos e tecnologias inovadoras no campo da medicina.
Industrial Strategy	2017	Amplo programa de política industrial baseado na concepção de "políticas orientadas por

Office for AI	2017	missões". A política industrial deve responder a questões sociais concretas. Iniciativa que, em conjunto com o Alan Turing Institute e o British Standards Institution, fomenta o desenvolvimento da inteligência artificial no país.
Vaccines Taskforce (VTF)	2021	Grande esforço do governo do Reino Unido para que, em conjunto com os atores privados e científicos, lograsse a produção da vacina Oxford/AstraZeneca.

Fonte: Elaboração própria

2.3 Países em Desenvolvimento: Índia, Brasil e China

2.3.1 Índia

Na revisão bibliográfica realizada a respeito da evolução do CEIS e do CEIS 4.0, a Índia recorrentemente aparece como um caso de estudo paradigmático para os países em desenvolvimento (PED). Em especial, o êxito da indústria farmacêutica do país suscita um amplo debate a respeito das lições que podem ser depreendidas da sua trajetória. O relatório *The Pharma 1000* (TORREYA, 2020) apontou que, em 2020, entre as 150 maiores empresas farmacêuticas do mundo (com base no valor de mercado), onze eram indianas.¹⁶

Dessas onze empresas, à exceção do *Serum Institute of India* – empresa de biotecnologia e maior produtora de vacinas do mundo –, todas as empresas atuam no segmento de medicamentos genéricos. No mesmo relatório, em uma análise desagregada desse setor, a especialização indiana fica evidente: entre as 25 maiores companhias de medicamentos genéricos no mundo, doze eram indianas.

Esse sucesso indiano no setor de genéricos só pode ser compreendido a partir de uma análise de longo prazo. Gonzalo e Cassiolato (2016) apontam que, desde a independência do país, em 1947, há esforços em torno da construção de um sistema nacional de inovação. A partir de então, no âmbito político, observou-se a busca por uma estratégia centrada numa acelerada industrialização e na formulação de políticas voltadas para a excelência científica.

Esse esforço do governo indiano fica evidente em documentos como *Scientific Policy Resolution* (SPR), escrito por Nehru em 1958. Como colocam Kaushik et al. (2020), o SPR expressava o desejo do Primeiro Ministro de construir um Estado de bem-estar no país, cuja

¹⁶ São elas: em 64º lugar, a *SunPharma*, com valor estimado de US\$ 16, 4 bilhões; na 93ª posição, a *Dr. Reddy's*, avaliada em US\$ 10,1 bilhões; em 107º lugar, a *Hetero Drugs*, avaliada em US\$ 8,6 bilhões; na 113ª posição, a *Cipla*, estimada em US\$ 8,3 bilhões; em 114º lugar, o *Serum Institute of India*, avaliado em US\$ 8,3 bilhões; em 123º lugar, a *Biocon*, avaliada em US\$ 7,3 bilhões; na 124ª posição, a *Torrent Pharma*, estimada em US\$ 7,3 bilhões; no 131º lugar, a *Aurobindo*, avaliada em US\$ 6,9 bilhões; na 133ª posição, a *Intas Pharma*, avaliada em US\$ 6,6 bilhões; na 139ª posição, a *Lupin*, estimada em US\$ 6,4 bilhões; e, em 142º lugar, a *Zydus Cadila*, avaliada em US\$ 6,3 bilhões.

criação só seria viável pela industrialização e pelos investimentos em ciência e tecnologia. Os autores apontam que o documento é, sobretudo, a respeito de política científica, na medida em que estava reconhecido que o desenvolvimento tecnológico seria viabilizado somente numa etapa posterior, após um desenvolvimento robusto da ciência e suas aplicações. Gonzalo e Cassiolato (2016) esclarecem:

A título de síntese da política científica e tecnológica durante a era Nehru pode-se dizer que esta foi pensada claramente do lado da oferta, ou seja, à la technology push, através de uma forte participação estatal e do planejamento econômico, que logrou criar a estrutura básica do SNI indiano. Deu-se um forte impulso à indústria e à ciência, desenvolvendo-se, sobretudo, os setores nuclear, aeroespacial, metalúrgico, siderúrgico, farmacêutico, ferroviário entre outros. O desenvolvimento destes setores esteve vinculado principalmente à procura do auto-abastecimento industrial e tecnológico (GONZALO e CASSIOLATO, p. 12)

O setor farmacêutico, como destacado, já aparecia como um setor-chave. Além do seu papel no desenvolvimento científico do país, o setor era estratégico em função da necessidade de aumentar o acesso a medicamentos para uma parcela maior da população. Assim, desde meados do século XX, ele tem recebido atenção especial do governo indiano.

Radaelli e Paranhos (2013) destacam quatro fases distintas para detalhar essa evolução da indústria farmacêutica indiana, destacando como, em cada um dos diferentes estágios, o país, a partir do uso de um conjunto de políticas, conseguiu acumular competências no setor. A primeira fase, entre 1950 e 1970, marca o início da produção doméstica de medicamentos básicos. Torres e Hasenclever (2017) descrevem o esforço para a construção de uma infraestrutura científica nesse período:

(...) desde a década de 1950, o governo indiano estabeleceu, via Council of Scientific and Industrial Research (CSIR), 43 laboratórios nacionais, que empregaram mais de 10 mil cientistas e técnicos qualificados. Esse quadro foi formado principalmente por pessoas de famílias abastadas com alto grau de instrução acadêmica no exterior, uma característica peculiar do país que herdou a influência (...) cultural britânica de valorização da formação acadêmica e do idioma, que facilitou os estudos dos indianos em universidades de países de língua inglesa, em especial os Estados Unidos da América (EUA) e o Reino Unido (TORRES e HASENCLEVER, 2017, p. 378-379)

No entanto, em que pese esse esforço, o início da produção doméstica de medicamentos a granel e o surgimento de empresas que viriam a se tornar competitivas internacionalmente – como a Dr. Reddy's -, nessa primeira fase observa-se poucos avanços em relação ao desenvolvimento de capacidade produtiva própria. Ao contrário, há um crescimento da participação de empresas estrangeiras no país.

Raddaelli e Paranhos (2013) destacam como o ambiente regulatório permissivo teve um papel importante. A Lei de Patentes então em vigor (*Patents and Design Act, de 1911*) concedia proteção a qualquer tipo de invenção (à exceção do setor atômico) por um intervalo de

dezesseis anos a partir do depósito da patente. As patentes patenteadas no país não eram produzidas localmente, servindo apenas para a proteção de um mercado expressivo e para barrar o avanço dos competidores domésticos. Como consequência, persistiu um quadro de concentração do mercado por empresas estrangeiras, dependência das importações e manutenção de preços muitos elevados dos medicamentos¹⁷.

A segunda fase, iniciada em 1970 e estendida até o início dos anos 1990, marca uma inflexão na trajetória da indústria farmacêutica do país. A percepção de que o ambiente regulatório era um dos motivos para o baixo desenvolvimento produtivo local e para o cenário de altos preços dos medicamentos no país, levou o governo indiano a tomar quatro medidas importantes:

- a. A promulgação de uma nova Lei de Patentes, em 1970. Com a nova lei foram suspensas as patentes de produtos químicos e farmacêuticos e foi reduzido o período de vigência da patente de processos (de 10 para 5 anos);
- b. O estabelecimento de controle de preços sobre os medicamentos, por meio da lei *Drug Price Control Order* (DPCO) de 1970. A lei estabeleceu uma restrição à margem de lucro de 15% para o setor.¹⁸ Torres e Hasenclever (2017) destacam que esse controle de preço atingiu cerca de 80% dos produtos faroquímicos e farmacêuticos comercializados no país
- c. A promulgação da *Foreign Exchange Regulation Act* (FERA). A lei estabeleceu um teto de 40% para a participação acionária de capitais estrangeiros nos setores definidos como estratégicos (como o farmacêutico);
- d. O lançamento da política de saúde pública *New Drug Policy* (NDP), que tinha três objetivos principais: i) garantir ao país maior “autoconfiança” em relação às tecnologias do setor farmacêutico; ii) permitir uma situação de autossuficiência produtiva, visando uma maior densidade do tecido industrial do setor; e iii) disponibilizar medicamentos à população a um preço mais acessível.

Como resultado dessas mudanças, foi criado um ambiente propício para o surgimento de novas empresas e, na prática, com a nova regulamentação das patentes, foi possível o uso da engenharia reversa como estratégia de desenvolvimento tecnológico. Torres e Hasenclever (2017) esclarecem que o objetivo dos laboratórios indianos passou a ser o de desenvolver medicamentos a partir de um processo produtivo *não infringente*. Essa nova

¹⁷ “(...) era praticado no país os preços mais altos do mundo e a indústria era dominada por empresas estrangeiras. Entre 1947-57, 95% dos 1.704 medicamentos patenteados na Índia eram controlados por multinacionais que detinham 80% do mercado (RADDIAELLI e PARANHOS, 2013, p. 14).

¹⁸ Em 1979, ela foi revisada para estimular a produção de medicamentos essenciais – a margem de lucro passou a ser relacionada a um critério de “essencialidade” para a saúde pública (TORRES e HASENCLEVER, 2017).

modalidade de P&D imitativo apresentou uma série de vantagens: medicamentos passaram a ser produzidos num intervalo muito mais curto de tempo, os preços caíram drasticamente, a concorrência doméstica resultou na consolidação de grandes empresas competitivas internacionalmente¹⁹ e, especialmente, foi capaz de gerar um acúmulo de competências básicas de P&D.

Radaelli e Paranhos (2013) destacam como essa segunda fase teve efeitos na estrutura de mercado do país. A redução das margens, em razão da política de controle de preços, e o aumento da participação de firmas domésticas, resultaram na saída de parcela expressiva do capital estrangeiro: em 1970, as multinacionais tinham uma participação de cerca de 90% do mercado farmacêutico indiano; em 1993, essa fração era de 39%.

A terceira fase na evolução do setor farmacêutico começou com as reformas liberalizantes do início dos anos 1990. O maior acesso a importações permitiu uma qualificação do processo de engenharia reversa anterior, no sentido em que promoveu uma atualização das tecnologias utilizadas e, conseqüentemente, uma sofisticação dos medicamentos produzidos. Também foi observado um refinamento da prática de “imitação criativa” e uma intensificação nos investimentos em P&D. Como consequência, essa fase se caracteriza pela extroversão da indústria farmacêutica indiana: as empresas mais inovadoras lograram alcançar uma posição exportadora²⁰.

A quarta fase foi iniciada a partir de meados da década de 1990, no bojo da reação da indústria indiana à mudança no marco regulatório internacional resultante do acordo TRIPS (*Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights*), que se iniciou em 1995. O país fez uso de flexibilidades após a assinatura do acordo – como a utilização de todo o período de carência para a adequação das suas leis, como a DPCO e o FERA,²¹ às regras da Organização Mundial do Comércio (OMC). Garantiu-se assim uma margem de manobra para a indústria doméstica. Apenas em 2005, ocorreu a adesão definitiva do país ao TRIPS. Além disso, num cenário com maiores obstáculos, a indústria indiana apostou no aprofundamento dos investimentos em P&D. Não obstante, a mudança regulatória nos países centrais, num ambiente de desregulamentação, colaborou para um processo ainda mais intenso de internacionalização das corporações indianas, com a consolidação do país como maior produtor mundial de genéricos.

¹⁹ Entre essas empresas, pode ser apontada a Dr. Reddy's, fundada em 1984. Ela foi a primeira farmacêutica oriunda de um país em desenvolvimento a ter ações na Bolsa de Valores de Nova Iorque.

²⁰ A maior inserção dos produtos indianos foi beneficiada pela mudança regulatória nos Estados Unidos, pois, em 1984, com o *Waxman-Hatch Act*, foram abolidos os requerimentos clínicos para testes clínicos de medicamentos genéricos.

²¹ Como apontam Torres e Hasenclever (2017), a DPCO já havia sido revisada em 1987: o número de medicamentos com controle de preços caiu para 142. Novas revisões foram realizadas em 1995 e 2002. O FERA foi revisado em 1999 e o teto para a participação acionária de estrangeiros subiu de 40% para 74%.

Torres e Hasenclever (2017) e Sariola et al. (2015), no entanto, colocam que, no novo arcabouço institucional dos TRIPS e com o avanço do setor de genéricos nos países centrais, grande parte das empresas indianas do setor farmacêutico tem atuado como *Contract Research Organizations* (CRO). Ou seja, no bojo do processo de *offshoring*, observa-se o surgimento de empresas especializadas em atividades menos nobres da cadeia produtiva do setor, como testes clínicos. Os autores enfatizam, portanto, as limitações desse tipo de inserção na trajetória inovativa do país.²²

Ou seja, apesar de a política de P&D imitativa ter tido um papel importante para prover capacitações, fazendo com que as empresas indianas pudessem iniciar o desenvolvimento de P&D inovativo – havendo, inclusive, um avanço do país nas CGV com o desenvolvimento dos “super genéricos” –, a indústria farmacêutica indiana ainda apresenta dificuldades de se inserir em etapas mais nobres, em especial na descoberta de novas entidades químicas (TORRES e HASENCLEVER, 2017). Radaelli e Paranhos (2013) apontam que essa transição requereria uma flexibilização da rígida estrutura produtiva indiana: a rigidez mental dos cientistas, os montantes requeridos para P&D com retorno incerto e de longo prazo e a natureza do P&D interno da maior parte das empresas.

Em que pese o grau de desenvolvimento institucional das políticas e o êxito relativo das empresas domésticas em setores do CEIS 4.0, o sistema de saúde da Índia enfrenta limitações expressivas. Segundo Barber et al. (2017), a Índia ficou na 154ª posição entre 195 países avaliados no *Health Access and Quality Index* (HAQ)²³. Nirula et al. (2019) destacam pontos preocupantes do caso indiano: a) cerca de 70% dos recursos destinados pelo governo têm como destino a iniciativa privada; b) a Índia gasta somente 4% do PIB com saúde (sendo que apenas 1,4% se referem a gastos públicos);²⁴ d) a relação médico por paciente no país é de apenas 1:1.000 (no Reino Unido, essa razão é 2,8:1.000); e e) ao contrário de países com sistemas de saúde desenvolvidos, grande parte dos casos atendidos pelo sistema indiano se relacionam a doenças infecciosas (como tuberculose, malária, tétano e raiva), o que evidencia a precariedade das condições de saneamento básicas da população.

Como forma de reverter essa situação, o governo indiano, liderado pelo Primeiro Ministro Narendra Modi, lançou, em 2018, um programa de saúde público ambicioso, o *Ayushman Bharat*. De acordo com as declarações do político, a ideia seria constituir uma espécie de “NHS indiano”. O programa prevê atender, via uma política de seguros com financiamento

²² “Despite the promises and hype justifying the new patent regime, the impact of TRIPS agreement on Indian companies' ability to bring new chemical entities to the market has been modest, whereas the increase in clinical trial activity has e until the recent downturn caused by more stringent interpretation of regulatory conditions e been phenomena” (SARIOLA et al., 2015, p. 245).

²³ O índice HAQ apresenta uma *proxy* entre a qualidade nos cuidados de saúde e a mortalidade que deveria ser evitada em um país caso o cuidado médico adequado estivesse presente.

²⁴ A título de comparação, o Reino Unido, mesmo em uma trajetória de austeridade dos gastos em saúde, gasta 9%. Apenas os gastos públicos em saúde têm uma participação de 7,6%.

público, mais de 500 milhões de pessoas que se encontram abaixo da linha de pobreza. Além disso, o programa, que recebeu a alcunha de “Modicare”, almeja que os gastos públicos no setor de saúde cheguem a 2.5% do PIB em 2025.

No entanto, Nirula et al. (2019) advertem que o esquema do *Ayushman Bharat* se defronta com uma série de problemas. Em primeiro lugar, dada a situação de precariedade do sistema de cadastro no país, grande parte das pessoas potencialmente atendidas (as 500 milhões abaixo da linha de pobreza), não tem ciência dessa condição e, assim, não podem ir atrás dos benefícios. Em segundo lugar, há um problema grave de desigualdade em relação à distribuição territorial dos profissionais de saúde. Em um país predominantemente rural, 74% dos médicos se concentram nas áreas urbanas. Além disso, os autores alegam que o programa pode incorrer numa situação de “risco moral”: num contexto de clara assimetria de informações entre pacientes e profissionais da saúde, o programa estimula que os interesses da iniciativa privada sobressaiam em relação aos interesses dos pacientes.

A pandemia do COVID-19 foi um reflexo da conjuntura discutida nesta seção. Na perspectiva dos setores do CEIS 4.0, o país mostrou uma inserção expressiva. A procura pelo ingrediente farmacêutico ativo (IFA) indiano foi uma tônica no início das campanhas de vacinação no mundo. Além disso, o país foi capaz de desenvolver/distribuir cinco imunizantes: o *ZyCov-D*, da empresa Zydus Cadila; a *Covaxin*, empresa Bharat Biotech; a *Corbevax*, da empresa Biological E Limited; a *Covishield* (realizada com a formulação da Ox/AZ), da empresa Serum Institute of India; e a *Covovax* (formulada a partir da vacina Novavax), também da Serum Institute of India. No entanto, ao mesmo tempo, o sistema de saúde do país foi um dos mais sobrecarregados com a pandemia. A falta de leitos e de alas médicas dedicadas ao combate da doença ficou clara, evidenciando os problemas estruturais do sistema de saúde público indiano.

Quadro 3. Síntese de Políticas, Instituições e Estratégias relacionadas aos setores do CEIS 4.0 na Índia

Política/Estratégia/Instituição	Ano de criação	Descrição
Lei de Patentes	1911	Propiciava proteção de todas as invenções, à exceção das relacionadas à energia atômica, e concedia um período de proteção de 16 anos a partir do depósito.
Scientific Policy Resolution	1958	Documento, idealizado por Nehru, que definiu as bases das políticas de ciência e tecnologia no país. Nesse trabalho, havia relação entre desenvolvimento científico e socioeconômico.
Lei de Patentes	1970	Essa lei suspendeu as patentes de produtos químicos e farmacêuticos (que vigoravam desde 1911), reduziu a vigência para um período entre sete e cinco anos.

Drug Price and Control Order	1970	Regulação estatal que estabeleceu o controle de preços na indústria farmacêutica e limitou a margem de lucro a 15% no setor.
Foreign Exchange Regulation	1973	Lei que estabeleceu um teto de 40% de participação acionária a estrangeiros na indústria em geral e a 74% em setores tidos como estratégicos,
New Drug Policy	1978	política com três objetivos: autossuficiência em tecnologia farmacêutica, autossuficiência produtiva (insumos) e disponibilidade de medicamentos a preços acessíveis.
Termos de assinatura no TRIPS	1995	O governo indiano adotou uma postura prática: utilizou todo o período de adequação (10 anos) e privilegiou a proteção do setor farmacêutico.
Ayushman Bharat	2018	Programa de reforma na saúde pública no país. Baseia-se no financiamento público, via seguradoras de saúde, à população abaixo da linha de pobreza.

Fonte: Elaboração própria

2.3.2 China

Entre os países em desenvolvimento, o caso chinês chama a atenção. Em primeiro lugar, conforme foi apontado anteriormente, em especial nas análises do caso dos Estados Unidos e Reino Unido, o avanço chinês nas últimas décadas é caracterizado como um fator importante para o ressurgimento do debate acerca da política industrial nesses países.

Ou seja, a fragmentação produtiva em direção à Ásia (sobretudo a China) – que ao longo de décadas desempenhou um papel funcional para a acumulação dos países centrais – parece ter ido longe demais, na medida em que auxiliou a ascensão dessa nova potência industrial (que almeja adentrar em setores inovativos antes cativos somente aos países centrais) e por ter significado um crescente distanciamento entre os laboratórios de P&D e as atividades manufatureiras, representando custos em termos inovativos (BERGER, 2012).

Esse avanço chinês em direção a setores mais intensivos em tecnologia é observado também entre os setores do CEIS 4.0. De um lado, isso pode ser analisado a partir da participação crescente nas exportações mundiais. De outro, essa inserção pode ser verificada a partir da constituição de corporações nacionais muito competitivas no mercado internacional, o que evidencia um desenvolvimento tecnológico ainda mais profundo. No relatório *The Pharma 1000*, (TORREYA, 2020) havia nove empresas chinesas entre as 50 maiores do mundo²⁵

²⁵ São elas: a Hengrui Medicine, na 21ª posição; Yangtze River Pharma, na 27ª posição; a CSPC Pharma, na 30ª posição; a Zhifei Bio, na 32ª posição; a Hansoh Pharma, na 37ª posição; a Qilu Pharma, na 43ª; Changchun Tech, na 46ª posição; a Pientzhuang Pharma, na 49ª posição; e o Kelun Group, na 50ª posição.

Como colocam Diegues e Hiratuka (2021), a ascensão chinesa nesses setores mais dinâmicos é resultado de um processo de longo prazo capitaneado pelo Estado. De forma bastante pragmática, e com a construção e consolidação de instituições próprias, o país vem deixando de ter apenas o papel de “Fábrica do Mundo” e mirando uma estratégia de absorção do valor adicionado e criação de conhecimento. Os autores argumentam que, a partir de meados dos anos 2010, observou-se uma estratégia de desenvolvimento centrada na inovação autóctone.

Naughton (2020) aponta que, desde 2006, ocorreram três ondas de política industrial na China, com grandes impactos nos setores do CEIS 4.0: a primeira marcada pelo plano *Medium and Long Term Program of Science and Technology* (MLP), a segunda pelo plano *Strategic Emerging Industries* (SEI), e a mais recente pelo *Innovation-driven Development Strategy* (IDDS). Na análise desses programas, fica clara a crescente preocupação do governo chinês de promover o *upgrading* tecnológico e de tornar a China uma economia líder nos setores mais dinâmicos tecnologicamente.

A primeira onda começa com o anúncio do MLP, em 2006. Nesse plano, havia a meta de que o país asiático se tornasse uma “sociedade orientada pela inovação” até 2020 e uma economia líder em ciência e tecnologia até o ano de 2050. Andreoni (2016) aponta que o MLP sinaliza uma mudança na natureza da política industrial chinesa. De forma similar ao *Industrial Strategy*, apontado anteriormente para o caso no Reino Unido, o autor coloca que o plano passava a enfatizar uma abordagem sistêmica e intersetorial para a mudança tecnológica. Além disso, há similaridade em relação à identificação de desafios sociais e tecnológicos a serem enfrentados pela China: agricultura, saúde da população, segurança pública, água e recursos minerais e energia.

A forma de enfrentamento desses desafios se deu na concepção de dezesseis megaprojetos, financiados com recursos públicos, sendo que cada um visava o desenvolvimento de setores específicos. No âmbito do CEIS 4.0, destacam-se os seguintes projetos: *Next generation broadband wireless mobile communication*; o *Research and creation of major new drugs for China*; o *Prevention and control of major infectious diseases, including hiv/aids and Viral Hepatitis*.

A busca pela inovação autóctone foi ainda mais longe na era Xi Jinping, que se inicia em 2012. Em 2015, um novo plano de grandes ambições é lançado: o IDDS. Complementando planos lançados no ano anterior – o *Made in China 2025* e o *Internet Plus Program* -, o IDDS dá um passo além na estratégia inovativa chinesa. De uma estratégia anterior pautada no *catching up*, passa-se a mirar a fronteira tecnológica e a superação tecnológica em relação aos países centrais (WÜBBEKE et al., 2016). Essa visão fica clara no documento que anunciou o IDDS:

It is the nation's destiny to be innovation-driven. The core support of national strength is technological innovation capability. National prosperity follows from

strength in innovation, and national misfortune follows from weakness in innovation. A major cause of China's stagnation in the modern era was that it let previous technological revolutions pass it by, leading to technological and national weakness (...) Being innovation-driven is an irresistible world trend. New global technological revolutions, industrial revolutions and revolutions in military affairs are evolving at an accelerating pace. Scientific exploration is deepening at all scales, from the micro to the cosmic, and technology revolutions characterized by intelligence, greenness, ubiquity and group nature (CONSELHO DO PCCh, 2016).

Como aponta Naughton (2020), o IDDS é concebido em três estágios: o país deveria se tornar uma “economia inovativa” até 2020; até 2030, a China deveria se tornar uma economia líder na inovação, que deveria passar a ser o motor principal do seu crescimento econômico; e, até 2050²⁶, o país visa ser uma superpotência tecnológica.

Dado o peso dos setores componentes do CEIS 4.0 no dinamismo tecnológico contemporâneo, eles aparecem como prioridade na estratégia chinesa de se tornar uma economia líder em inovação. No *Made in China 2025*, das dez tecnologias apontadas como centrais para a trajetória do país, cinco estão relacionados, diretamente, aos setores do CEIS 4.0: i) as novas tecnologias da tecnologia da informação (como as redes 5G, computação em nuvem e *big data*); ii) maquinaria e robótica de alta precisão; iii) equipamento elétrico; iv) novos materiais; e v) biofarmacêutica e dispositivos médicos de alta performance.²⁷

De um lado, similarmente ao observado para os países desenvolvidos, a política industrial chinesa recente evidencia uma aderência entre a estratégia de aposta na inovação como motor de crescimento e o desenvolvimento dos setores do CEIS 4.0. De outro, observam-se, no período recente, avanços institucionais que incorporam, aos moldes chineses, as experiências dos países centrais. Em especial chama atenção a busca por reproduzir o sistema de financiamento e apoio à empresas de base tecnológica com capital de risco, porém com controle por parte do Estado.

Como forma de financiamento de tecnologias estratégicas e emergentes, o governo chinês vem apostando, em especial após 2014, no uso dos *Government Industrial Guidance Funds* (IGF). Luong et al. (2021) colocam que os IGF são fundos público-privados que miram tanto criar ativos financeiros rentáveis quanto coincidir com as estratégias industriais de longo prazo do Estado. A ideia é que a participação estatal tenha um papel de atração do capital privado para a constituição de fundos que sirvam para o fomento de áreas estratégicas. Há, portanto, a tentativa do uso de mecanismos de mercado, contornando críticas em relação ao tipo de

²⁶ Naughton (2020) esclarece que a escolha por 2050 não é acidental: de um lado, deixa claro que a estratégia chinesa visa o longo prazo, de outro, o ano é o sucessor do centenário da fundação da República Popular da China.

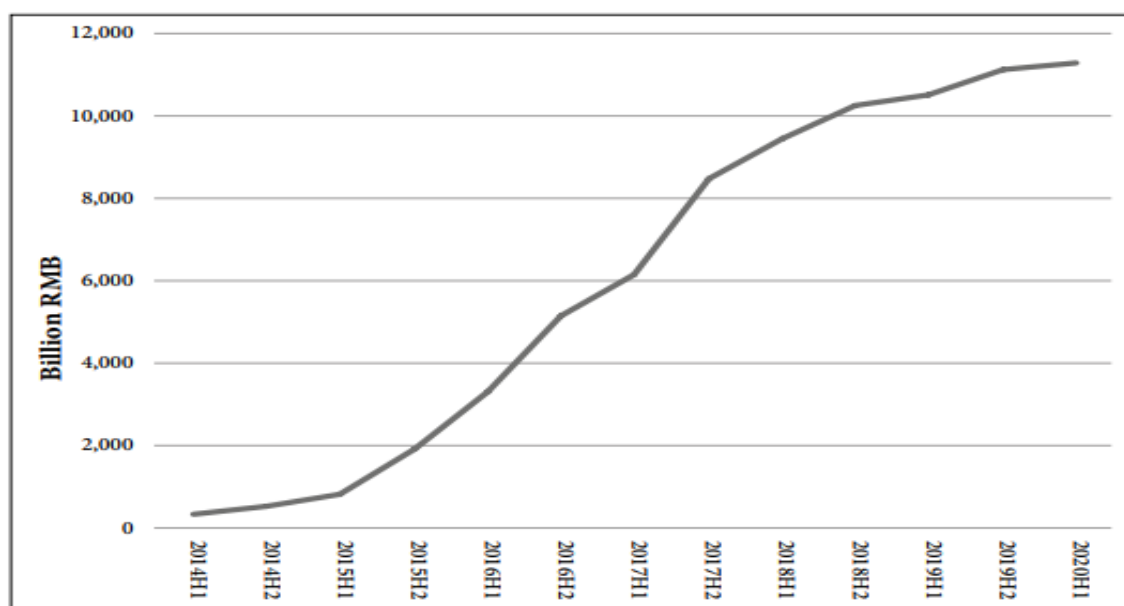
²⁷ As outras cinco tecnologias prioritárias são: equipamentos de aviação civil e aeroespacial; equipamento de alta intensidade tecnológica no setor marítimo; equipamentos de alta intensidade tecnológica no setor ferroviário; veículos movidos por energias sustentáveis e veículos autônomos; e máquinas e equipamentos agrícolas.

financiamento da política industrial no país, reduzindo uma “falha de mercado” (CUI et al., 2021). Como esclarecem Luong et al. (2021, p. 5):

Most guidance funds aim to raise 70 to 80 percent of their funding from these investors, with the public sponsor providing the rest.⁸ Many commentators implicitly or explicitly equate “social capital” with private capital—that is, capital raised from profit-motivated investors, with no connection to the government. In practice, though, many limited partners in guidance funds are state-funded entities, such as state-owned enterprises (SOEs) and state-run banks.

O Gráfico 4 mostra como, a partir de 2014, esses fundos ganham relevância. O total de fundos a serem designados chegou a RMB 11 trilhões (cerca de US\$ 1,55 trilhões), embora o empenho tenha chegado a apenas RMB 7,8 trilhões (US\$ 672 bilhões) (LUONG et al., 2021). A lógica do IGF guarda semelhanças com o observado nos Estados Unidos com as empresas dos setores de biotecnologia e TI: uso de *venture capital* para fomentar a inovação em *start ups* com expressivo potencial tecnológico disruptivo, mas que apresentam dificuldades de financiamento dado o pouco interesse do capital privado. O IGF, portanto, visa impedir que empresas com elevado potencial inovador entrem no chamado “vale da morte”: o caso no qual as empresas ficam no meio do caminho entre a inovação e a comercialização em alta escala, resultando em muitos casos de desperdício inovativo. Dado o caráter inerentemente inovativo dos setores componentes do CEIS 4.0, eles são objeto de uma série de IGFs.

Gráfico 3. Government Industrial Guidance Funds: Acumulado, em bilhões de RMB, 2014-2020



Fonte: Naughton (2020)

Os parágrafos anteriores deixam clara a preocupação do governo chinês em relação à mudança na estrutura de oferta do país: aumento da absorção tecnológica e constituição de

empresas líderes na fronteira tecnológica. No entanto, no bojo dos setores do CEIS 4.0, mudanças importantes também são observadas pelo lado da demanda. Em paralelo à construção de uma economia direcionada pela inovação, o PCCh tem dado crescente atenção às assimetrias (sociais e regionais) que foram ampliadas ao longo de décadas de forte crescimento e acelerado processo de urbanização (SILVA, 2015; 2020). Como forma de mitigar essas desigualdades, o governo chinês tem voltado as suas atenções para a constituição de uma “sociedade harmoniosa”.²⁸ Nesse sentido, Cintra e Pinto (2017) apontam a tentativa, a partir do pós-crise de 2008, da construção de um novo “Estado de bem-estar aos moldes chineses”.

Uma das principais assimetrias diz respeito à oferta de serviços de saúde. Silva (2015) aponta como até o início dos anos 1980 o modelo de saúde chinês – de forma similar às outras economias centralmente planejadas – fornecia um acesso quase universal em relação ao atendimento hospitalar e a produtos farmacêuticos. A partir da regência de três regimes de segurança social – o Regime de Seguros Governamental (RSG), voltado aos funcionários do governo, o Regime de Seguro de Trabalho (RST), direcionado à população urbana e o Sistema Médico Cooperativo (SMC), para a população rural –, a maior parte da população possuía cobertura em relação aos serviços de saúde²⁹.

Silva (2015) descreve que esse arranjo institucional apresentou resultados positivos. Entre 1952 e 1982, a taxa de mortalidade infantil caiu de 200 para 34 óbitos por mil nascidos vivos e a expectativa de vida passou de 35 para 68 anos. Em relação à infraestrutura: o número de hospitais, que era de apenas 2.600 em 1949, atingiu 62.425 em 1975, enquanto o número de maternidades e centros de cuidados às crianças passou, nesse período, de 9 para 2.025.

No bojo das reformas econômicas lideradas por Deng Xiaoping, a partir de 1978, esse caráter coletivista da política de saúde chinesa se deteriora. Guan (2000) argumenta que duas razões principais permearam essas mudanças: a) a percepção de que o sistema de bem-estar maoísta era uma fonte de ineficiência econômica, na medida em que absorvia recursos econômicos (escassos) que poderiam ser alocados para acelerar o crescimento econômico – esse novo ideário, inclusive, encorajava a dependência e a preguiça no local de trabalho,

²⁸ Em seu discurso no 18º Congresso do Partido Comunista Chinês (PCCh), o então presidente Hu Jintao enfatizou que a busca pela harmonia social deveria ser um prioridade: “The whole Party must keep in mind the trust the people have placed in us and the great expectation they have of us. We must aim higher and work harder and continue to pursue development in a scientific way, promote social harmony, and improve the people's lives so as to complete the glorious and arduous tasks bestowed on us by the times”.

²⁹ Como esclarece Silva (2015, p. 1010): “O RSG era financiado a partir do orçamento do governo e dava cobertura a todos os funcionários do governo, à época: aposentados e pessoas com deficiência, professores e estudantes universitários. O RST foi financiado por empresas estatais para além de seu fundo de previdência (11%-14% do salário); seus funcionários recebiam serviços de saúde sem custos, enquanto seus dependentes podiam solicitar reembolso de até 50% das despesas médicas. Já o SMC foi operacionalizado no nível da aldeia, sendo financiado através de fundos de previdência rural e contribuições dos participantes”.

sobretudo nas empresas estatais; e b) a necessidade de ampla reforma no sistema de bem-estar em prol da do mercado e da política de “porta aberta³⁰”. Como descrevem Galbraith e Lu (2000, p. 27: “This means that the time of free housing, education, and medical services will be ended. Individuals will have to buy their shelter, invest in education, and pay for their health care”.

Dessa forma, observa-se um contínuo desarranjo institucional no sistema de bem-estar anterior, em especial no acesso à saúde. No campo, em função da redução das comunas, resultado do processo de descoletivização das terras, observa-se uma rápida desarticulação do SMC (que foi oficialmente extinto em 1981). Como consequência, a maioria da população rural da China ficou sem qualquer forma de cobertura de cuidados de saúde.³¹ O RSG também foi extinto ainda nos anos 1980 e o RST foi totalmente reestruturado.

Portanto, a tônica na “Era das Reformas” foi a de introdução de mecanismos de mercado – em especial no tratamento hospitalar –, como forma de financiamento das despesas com saúde. Desse modo, os usuários passam a ser vistos como “cooperantes” com o governo. Com a evolução desse processo de mercantilização no setor de saúde, em meados da primeira década dos anos 2000, 90% da população rural e 50% da população urbana do país não possuía qualquer cobertura (SILVA, 2015).

Diante desse aumento das desigualdades, e a partir da percepção de que os investimentos em bem-estar constituem um pilar importante do controle social, o governo chinês vem colocando o bem-estar e, especificamente, os cuidados de saúde, como uma das prioridades no período recente. Um dos documentos que expressa esse desejo pela construção de um sistema de saúde mais coeso e acessível é o *Healthy China 2030* (HC 2030). Li (2020) apontam que o plano é permeado por quatro prioridades:

- a. *A saúde é uma prioridade*: a saúde da população chinesa deve ser colocada numa posição estratégica em todo o processo de implementação de políticas públicas;
- b. *Qualidade no cuidado de saúde*: o documento defende que o setor da saúde deve ter como prioridade a melhor oferta de serviços para a população;
- c. *Contribuir e compartilhar*: o documento estimula, em diálogo com toda a sociedade chinesa, o estímulo para a construção de cultura saudável e de hábitos saudáveis, promovendo uma confiança mútua entre a oferta e demanda por serviços de saúde;

³⁰ A política de porta aberta (*open doors*) consistiu em duas mudanças: a) o início do processo de abertura de determinadas regiões ao investimento estrangeiro (IDE), sobretudo via criação de Zonas Econômicas Especiais (ZEE); e) mudanças institucionais em prol dos mecanismos de mercado e de uma maior participação do capital estrangeiro.

³¹ Se, ao final da década de 1970, 90% da população rural dispunha de um acesso razoável aos cuidados de saúde, ao fim dos anos 1980 essa fração havia caído para 5% (SILVA, 2020).

d. Equidade: de um lado, é dada uma atenção especial para as áreas rurais do país, que têm maior carência por serviços básicos de saúde; de outro, há o compromisso de ampliar o caráter público desses serviços.

Li (2020) e Tan et al. (2017) destacam que as metas estratégicas do HC 2030 estão concentradas em dois eixos centrais. Em primeiro lugar, na constituição de um sistema de saúde moderno no país, capaz de prestar serviços de qualidade e de natureza universal para os chineses. Li et al. (2020) salientam que uma mudança importante no plano diz respeito à forma de concepção do tratamento de saúde: partindo de um foco no tratamento hospitalar (como foi o foco na Era da Reformas), para dar prioridade aos cuidados preventivos (por exemplo, numa preocupação grande com as doenças não-transmissíveis). Em segundo lugar, o HC 2030 enfatiza o combate às desigualdades regionais, em especial em oferecer serviços de melhor qualidade às regiões rurais do país.

Portanto, diante de um cenário de mudanças demográficas profundas (acelerado processo de urbanização, envelhecimento da população e mudança nos hábitos de consumo) somadas a uma trajetória de aumento das desigualdades de renda e regionais, o governo chinês parece resgatar preceitos consolidados no período maoísta de universalização e coletivização dos serviços de saúde. Adicionalmente à destacada preocupação dos governantes chineses de manter um grau elevado de controle social, essa guinada nas políticas de saúde na China também tem aderência ao cenário apontado nos parágrafos anteriores: uma busca por aumento da inovação e por maior sofisticação nos setores de saúde, cada vez mais intensivos em tecnologia.

Assim como foi apontado para o caso do Reino Unido, a resposta do governo chinês diante da pandemia da COVID-19 demonstrou avanços dos setores do CEIS 4.0. Em primeiro lugar, a forma como o país, epicentro da epidemia, lidou com a disseminação do vírus, mostrou um grau elevado de coordenação política e de desenvolvimento científico. O Estado agiu de forma célere no controle epidemiológico, com o uso de tecnologias da indústria 4.0, como aplicativos de celular desenvolvidos pelas empresas WeChat e Alipay, para informar a população e controlar o fluxo nas cidades.

Além disso, a pandemia foi um catalisador do processo de incorporação de novas tecnologias nos cuidados de saúde. Sun et al. (2021) apontam:

To solve the dilemma between the demand for medical care and the inaccessibility of medical services, the Chinese government has issued a series of policies, such as the incorporation of online medical services and longterm prescription into medical insurance, to empower (...) Internet hospitals and thereby address public health emergencies (...) The COVID-19 epidemic is the first instance in which Internet hospitals were involved in a public health emergency caused by an infectious disease. At the beginning of the epidemic, 42.3% of physical hospitals nationwide established their

Internet-based hospitals, alleviating the flood of people in physical hospitals (SUN et al., 2021, p. 4-5)

Finalmente, a China mostrou um grande avanço no setor de biotecnologia. No âmbito doméstico, e em vários países do mundo, os imunizantes chineses tiveram um papel crucial no combate à pandemia. Em fevereiro de 2022, seis vacinas, de diferentes tecnologias, tinham aprovação de uso no país:

- i) a *Zifivax*, da empresa Anhui Zhifei Longcom, com tecnologia de subunidade de proteína. Ela teve a aprovação de outros três países;
- ii) a *Convidecia*, da empresa CanSino, que usa a tecnologia do vetor viral não replicante. Com o uso autorizado em outros nove países;
- iii) a *KCONVAC*, da empresa Minhai Biotechnology Co., que usa o vírus inativado e que foi também foi autorizada para ser aplicada na Indonésia;
- iv) a *Covilo*, da empresa Sinopharm (Pequim), que utiliza o vírus inativado. A vacina teve a aplicação aprovada em outros 88 países.
- v) Uma segunda vacina da Sinopharm (com sede em Wuhan), que também utiliza o vírus inativado e foi aprovada em mais um país;
- vi) a *Coronovac*, da empresa Sinovac, que também utiliza o vírus inativado e foi autorizada em outros 52 países.

Em consonância com o caso da Ox/AZ no caso do Reino Unido, o desenvolvimento das vacinas chinesas³² parece ser uma demonstração de êxito de uma política industrial que há quase duas décadas vem colocando a inovação como prioridade e de uma amostra de que a infraestrutura institucional vem passando por um processo de grande amadurecimento, com novas formas de financiamento, maior descentralização e capacidade de transferência tecnológica das universidades e centros de pesquisa para a comercialização em grande escala, vide o escopo de países que recebem as exportações dos imunizantes chineses.

Quadro 4, Síntese de Políticas, Instituições e Estratégias relacionadas aos setores do CEIS 4.0 na China

Política/Estratégia/Instituição	Ano de criação	Descrição
Medium and Long Term Program of Science and Technology	2006	Estabelece que o centro da política industrial seria a "inovação autóctone"

³² Uma série de outras empresas estão realizando testes clínicos para a aprovação de vacinas, com diferentes tecnologias.

Strategic Emerging Industries	2010	Continuidade do MLP. Estabelece 16 megaprojetos para estimular a inovação.
Innovation-driven Development Strategy	2015	Políticas voltadas à fronteira tecnológica e a uma futura liderança chinesa
Made in China 2025	2015	Meta de que o país se torne uma potência inovativa
Government Industrial Guidance Funds	2000 (ênfase no pós-2014)	Nova forma de financiamento das startups - parcerias público-privadas com liderança estratégica do Estado
Healthy China 2030	2019	Correção das desigualdades em relação ao acesso de serviços de saúde no país. Ambição de atingir uma "sociedade harmoniosa"

Fonte: Elaboração Própria.

2.3.3 Brasil

Entre os países em desenvolvimento analisados neste relatório, o Brasil apresenta uma estratégia distinta em relação à evolução dos setores que compõem o CEIS 4.0. Enquanto China e Índia vêm apresentando estratégias agressivas de ganhos de competitividade e apresentam uma inserção expressiva no mercado internacional, com um aumento da sofisticação dos seus produtos e aumento de escala das suas empresas, o desempenho brasileiro é bem mais modesto.

A partir de uma perspectiva setorial, Morceiro (2018) destaca que foram nos setores mais intensivos em tecnologia, como os componentes do CEIS 4.0, que o processo de desindustrialização tem sido mais intenso. Chama a atenção nesses setores o aumento da participação de insumos e componentes importados no valor adicionado total, configurando uma clara situação de “esgarçamento” industrial e, conseqüentemente, quebra dos elos produtivos domésticos. Segundo o autor, em 2014, as importações representaram 54,1% do valor adicionado da produção do setor farmacêutico e 78,1% do setor de informática.

A análise da trajetória do setor farmacêutico brasileiro também ajuda a explicar esse cenário. Embora, em especial em relação ao caso indiano, sejam observadas similaridades. Da mesma forma que na Índia, o segmento que vem ganhando maior relevância é o de medicamento genéricos, com a constituição de empresas domésticas competitivas. Há semelhanças, no período recente, também em relação aos instrumentos de política industrial. No entanto, como será salientado, são observadas diferenças expressivas entre os dois países em termos de capacidade de absorção tecnológica, resultado da aposta de longo prazo em um país (Índia) e dos desafios enfrentados pelo atraso no outro (Brasil).

Torres e Hasenclever (2017) destacam que a trajetória da indústria farmacêutica brasileira pré-1990 pode ser dividida em dois períodos. No primeiro, que abrange a virada para o século XX e a década de 1930, há um expressivo crescimento dos laboratórios nacionais. Em um curto intervalo de tempo, o setor farmacêutico do país deixou de ser caracterizado predominantemente por boticas³³ para tornar-se dominado por laboratórios industriais com capacidade tecnológica semelhante aos dos países centrais.

Diante de um cenário de demanda da saúde pública, esses laboratórios se especializaram na descoberta e desenvolvimento de novos medicamentos para o tratamento de doenças tropicais. Dois desses laboratórios continuam tendo uma grande importância no desenvolvimento tecnológico brasileiro: o Instituto Butantan, criado pelo governo de São Paulo em 1899; e o Instituto Soroterápico de Manguinhos (renomeado, em 1908, como Instituto Oswaldo Cruz). Além disso, essas instituições tiveram um papel de celeiro de pesquisadores que, posteriormente, montaram laboratórios privados.³⁴

No entanto, a partir da década de 1930, a conjunção de três fatores inicia uma trajetória descendente no desenvolvimento tecnológico das empresas brasileiras. Em primeiro lugar, há a consolidação da síntese química como paradigma tecnológico no setor (a partir da descoberta da penicilina). Nesse cenário, poucas empresas domésticas conseguiram acompanhar o progresso tecnológico. Em segundo lugar, há uma crescente participação do capital estrangeiro no setor, com a entrada maciça de laboratórios. Finalmente, passa a predominar novas estratégias de concorrência no setor, com crescente importância dos gastos com propaganda e com atividades de P&D interna.

Ou seja, em um cenário de mudança tecnológica e crescente competição externa, as firmas nacionais passaram a ter grandes dificuldades. A consequência foi um amplo processo de desnacionalização do setor. Torres e Hasenclever (2017) chamam a atenção para o fato de que a partir dos anos 1950, ao contrário do caso indiano, delimitou-se um cenário de baixa prioridade política: o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDE), criado em 1952, e o Plano de Metas (1956-61) não dirigiram atenção a esses setores. Somente em 1964, no breve governo de João Goulart, foi criado o Grupo Executivo da Indústria Químico-Farmacêutica (GEIFAR), tendo havido uma tentativa de direcionamento de políticas voltadas para as empresas nacionais.³⁵ A mudança de regime, em 1965, abortou tal iniciativa: as atividades do GEIFAR foram incorporadas pelo Grupo Executivo da Indústria Química (GEIQUIM), com

³³ “(...) estabelecimentos comerciais que, desde a época da Colônia, importavam especialidades farmacêuticas, principalmente da França, e revendiam no mercado interno” (TORRES e HASENCLEVER, 2017, p. 385).

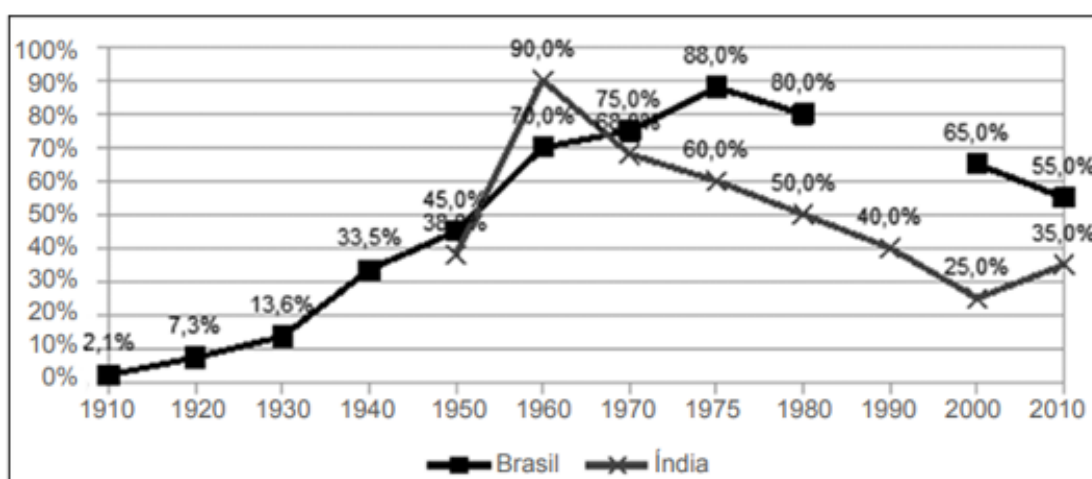
³⁴ Entre eles, pode-se apontar o Instituto Vital Brazil, criado por Vital Brazil, um dos fundadores do Butantan.

³⁵ Havia uma normatização para a concessão de incentivos fiscais, cambiais e creditícios para as empresas de capital nacional (TORRES e HASENCLEVER, 2017).

menor grau de prioridade à indústria farmacêutica em si e ao desenvolvimento do capital nacional.

Ao longo dos anos 1970 e 1980, alguns esforços foram realizados. O II Plano Nacional de Desenvolvimento deu ênfase à indústria petroquímica, com, no entanto, pouco desenvolvimento da química fina relacionada ao setor farmacêutico. Ocorreu também a criação da Central de Medicamentos (CEME), inicialmente criada para ofertar medicamentos para as cidades. Em 1972, ela foi reestruturada com a constituição de atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.³⁶ Nos anos 1980, foi criado o Grupo Interministerial da Indústria Farmacêutica (GIFAR), com o objetivo de promover a capacitação produtiva do setor. No entanto, ao final dos anos 1980 o cenário era de atraso: as empresas nacionais não tinham robustez financeira para aumentar seus gastos em P&D e promover inovações e se defrontavam com um mercado amplamente dominado pelas empresas estrangeiras.

Gráfico 4. Participação das ETNs no mercado farmacêutico doméstico: Brasil e Índia, 1910-2010



Fonte: Torres e Hasenclever (2017).

Ao longo da década de 1990 observa-se a acentuação da trajetória de desnacionalização. A abertura comercial (com redução das tarifas de importação), a liberalização dos preços após 1992 e a valorização cambial, a partir do Plano Real, tiveram efeitos expressivos sobre a estrutura produtiva nacional (já fragilizada): aumento das importações de insumos e componentes, sem que tenha se observado um aumento das exportações; aumento do processo de aquisições de companhias brasileiras por corporações estrangeiras; prevalência de um cenário de estagnação da produção doméstica (e mesmo contração em alguns

³⁶ Torres e Hasenclever (2017) apontam que as atividades dessa agência e a sua demanda foi um fator importante para a criação de laboratórios de pesquisa.

segmentos) e aumento do número de falências de empresas nacionais (CALIARI e RUIZ, 2014).

Um evento que evidencia como as estratégias brasileira e indiana foram contrastantes foi a assinatura do Acordo TRIPS, em 1994. Ao contrário do caso indiano, o Brasil implementou de forma célere as leis de direitos de propriedade intelectual. Em 1996, o país já promulgava uma nova Lei de Patentes, indicando o retorno das patentes de medicamentos e processos químicos de acordo com as diretrizes do TRIPS. Portanto, ao invés de utilizar o prazo máximo de dez para a adequação das diretrizes (como o fez a Índia), o Brasil utilizou apenas um ano para isso. Torres e Hasenclever (2017) colocam que além da pressa para a assinatura do acordo, o governo brasileiro autorizou o depósito de patentes de medicamentos ainda não comercializados no país, mas que já detinham patentes no exterior.³⁷

Dessa forma, enquanto, como apontado anteriormente, a Índia lançou mão de estratégia protelatórias, com intuito de dar maior proteção à sua indústria, a estratégia brasileira foi na direção oposta. Em linha com o ideário econômico da época, a aposta parece ter ido na direção de que um “choque de competitividade” traria efeitos benéficos para a estrutura produtiva do setor farmacêutico (FRANCO, 1998).

Segundo Caliri e Ruiz (2014), tais benefícios não apareceram. Ao contrário, o cenário, ao final da década de 1990, era de: presenças de constantes déficits comerciais, baixo consumo per capita de medicamentos, dependência tecnológica das empresas domésticas e uma tendência de aumento de preços dos produtos.³⁸ Esse cenário problemático dos setores de saúde no Brasil contribuiu para transformações expressivas no âmbito regulatório e nas políticas públicas. Em 1998, foi criada a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), para a regulação do mercado de planos privados do país. E, em 1999, foi criada a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Nesse mesmo ano, foi promulgada a lei nº 9.878, a denominada “lei dos genéricos”.³⁹ Embora, como esclarecem Caliri e Ruiz (2014), ela não possa ser compreendida como uma política industrial em si, na medida em que seu intuito principal era o de, simultaneamente, reduzir os custos das compras públicas realizadas pelo SUS e ampliar o acesso da população a medicamentos, essa nova regulação gerou grande impacto no setor farmacêutico brasileiro.

³⁷ “Esse procedimento ficou conhecido como pipeline e teve como resultado a concessão de uma série de patentes sem avaliação dos critérios de patenteabilidade pelo INPI, que adotou a presunção de que esse procedimento já havia sido realizado, quando do depósito das patentes nos escritórios estrangeiros” (TORRES e HASENCLEVER, 2017, p. 392).

³⁸ “Some price changes and conduct were even seen as cartel cases by the Brazilian antitrust agency (CADE)” (CALIARI e RUIZ, 2013, p. 2).

³⁹ “(...) estabeleceu as exigências dos testes de bioequivalência e biodisponibilidade para o registro de medicamentos genéricos, à semelhança da lei estadunidense de 1984” (TORRES e HASENCLEVER, 2017, p. 392).

Ainda que com capacitações tecnológicas reduzidas *vis-à-vis* a fronteira inovativa dos países centrais, pode-se observar o ressurgimento da indústria farmacêutica doméstica desde então. Caliori e Ruiz (2014) destacam que, em 1998, apenas uma empresa de capital nacional figurava entre as dez maiores (a Achè). Em 2007, eram quatro empresas (SEM Sigma Pharma, Achè, Medley e Eurofarma). Todas essas firmas atuam no segmento de genéricos, que, entre 2003 e 2016, cresceu doze vezes, atingindo uma fração de 27,6% do mercado farmacêutico do país (PARANHOS et al., 2020).

Paranhos et al. (2020) destacam como o aumento da participação das empresas nacionais resultou em efeitos positivos em termos de inovação para o setor. Segundo os autores, as empresas estrangeiras instaladas têm baixa atividade inovativa, na medida em que elas são, sobretudo, consumidoras de inovações criadas nos países centrais e não nos laboratórios instalados no Brasil.⁴⁰ Assim, a maior robustez financeira das empresas nacionais (construída a partir da especialização em medicamentos genéricos) tem sido importante para uma trajetória de crescimento inovativo e de maior complexidade produtiva no setor. De forma semelhante ao observado na Índia, há um movimento, muito mais incipiente, de ganho de competitividade, inclusive com inserção das empresas brasileiras no exterior (em especial na América Latina e Oriente Médio).

Caliari e Ruiz (2014), Torres (2015), Gadelha e Temporão (2018), Perin (2019) e Paranhos et al. (2020) apontam que essa revitalização do setor farmacêutico foi amparada por um retorno de políticas industriais ativas no país. Em contraste com as políticas excessivamente horizontais dos anos 1990, observam-se políticas com maior preocupação setorial. Os setores do CEIS, e especificamente o setor farmacêutico, foram reconhecidos como prioritários nessas estratégias. Destacam-se cinco iniciativas:

- a. em 2004, foi lançada a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), que define o complexo industrial da saúde como área estratégica;
- b. o Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva Farmacêutica (Profarma), de 2004, teve o objetivo de modernizar, reestruturar e expandir a capacidade produtiva das empresas farmacêuticas no Brasil;
- c. a Política de Desenvolvimento produtivo (PDP), de 2008, reforçou a posição estratégica do CEIS, assim como elencou medicamentos biotecnológicos como prioritários;

⁴⁰ “O baixo montante investido em P&D, associado aos grandes investimentos em treinamento e introdução de inovações no mercado, permitem levantar a hipótese de que as atividades inovativas das GEFTs [grandes empresas farmacêuticas transnacionais] são focadas nas atividades de registro junto à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e no marketing médico” (PARANHOS et al., 2020, p. 20).

- d. em 2009, as Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo (PDPs), com o foco no desenvolvimento tecnológico dos laboratórios públicos, teve como finalidade a redução da dependência externa;
- e. em 2011, o Plano Brasil Maior (PBM), novamente, reforçou o papel do CEIS e colocou a transferência tecnológica como prioridade para o desenvolvimento industrial.

Torres (2015) e Perin (2019) colocam que além dessas políticas de alcance transversal, uma série de iniciativas voltadas ao setor farmacêutico surgiram nesse período, como: i) a criação de Fundos Setoriais (entre eles, para saúde e biotecnologia) pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep); a formulação da Política de Biotecnologia, em 2007; e ii) a criação do Grupo Executivo do Complexo Industrial da Saúde (GECIS), em 2008; a elaboração da Lista de Produtos Estratégicos, entre 2008 e 2013; e o Inova Saúde, em parceria com a Finep, em 2013.

A despeito de um cenário de expressiva recuperação do setor farmacêutico e da constituição de empresas com robustez financeira e com competências tecnológicas, observam-se algumas limitações. Como apontado anteriormente, o setor ainda é bastante dependente das importações, em especial de insumos com maior intensidade tecnológica, evidenciando que o país ainda está preso a setores com menor capacidade inovativa. Além disso, embora as empresas tenham ampliado os seus gastos em P&D, investindo inclusive em setores de fronteira, como biotecnologia e nanotecnologia (PARANHOS et al, 2020), há obstáculos para a entrada na fabricação de produtos inovadores.

Quando é realizada a comparação com o caso indiano, o atraso brasileiro fica evidente (Tabela 1). Como esclarecem Torres e Hasenclever (2017), enquanto o Brasil tentava resgatar uma capacidade produtiva, através de políticas industriais articuladas, que ao longo de décadas foi deixada em segundo plano, a Índia já tinha alcançado, ainda que com limitações importantes, um desenvolvimento inovativo e a formação de empresas nacionais muito competitivas internacionalmente.

Tabela 1. Depósito de patentes de dez farmacêuticas selecionadas, Brasil e Índia, 2014

BRASIL	N. PEDIDOS	ÍNDIA	N. PEDIDOS
FIOCRUZ	64	Ranbaxy	2.082
Cristália	58	Cipla	902
Hebron	38	Cadila	668
Biosintética	36	Dr. Reddy's	487
Libbs	32	Lupin	458
Butantan	27	Wockhardt	421
Biolab	24	Jubilant Life Sciences	159
Eurofarma	18	Aurobindo Pharma	146
Aché	12	Sun Pharma	110
EMS	1	IPCA	89
Total	310	Total	5.522

Fonte: WIPO (2014) *apud* Torres e Hasenclever (2017).

No entanto, em relação ao sistema de saúde, a comparação com Índia mostra um desenvolvimento muito superior do Brasil. O país conta com um sistema de saúde universal, o Sistema Único de Saúde (SUS), criado no bojo da Constituição Federal de 1988, sob inspiração do NHS do Reino Unido. Este sistema é também regido pelos princípios da universalização do acesso, da equidade, da integralidade, da descentralização e da participação popular. Cordilha e Lavinhas (2018) destacam que se tratou de uma expressiva inovação institucional: o esquema até então vigente era de baixa institucionalidade e baseado em provedores e seguradoras filantrópicas ou privados. Ou seja, havia uma grande restrição de acesso aos serviços de saúde no país.

O SUS tem uma elevada capilaridade no território brasileiro. Fagnani (2018) aponta que o sistema contempla 70% dos brasileiros com menor renda e que não dispõem de recursos para acessar os serviços privados. O SUS realiza mais de 2,8 bilhões de atendimentos anualmente – desde procedimentos ambulatoriais até cirurgias de alta complexidade, como transplante de órgãos. No entanto, de forma similar ao NHS, desde a sua origem enfrenta graves problemas de financiamento. Lavinhas (2021) coloca que a criação desse sistema não significou uma falta de apoio do Estado ao setor de saúde privado. Em 2013, cerca de 30% dos gastos do Ministério da Saúde foram relacionados a créditos fiscais pagos às seguradoras. Ademais, da mesma forma que o NHS, o SUS vem sendo alvo de políticas de austeridade. Essa trajetória ganhou força a partir de 2016, com a aplicação da Emenda Constitucional 95.

O processo de subfinanciamento do SUS vem sendo acompanhado da ascensão do sistema privado. Cordilha e Lavinhas (2018) apontam que, em 2016, cerca de 57% dos gastos em saúde eram privados. As autoras destacam uma grande diversificação em relação aos atores

do setor (cooperativas, seguradoras, hospitais). Chama a atenção, entretanto, a concentração e a internacionalização do setor, obedecendo a uma lógica financeirizada. Entre 2007 e 2016, o número de operadoras de saúde atuando no país caiu de 1.197 para 764. A partir dos anos 2000, ganhou fôlego a entrada de capitais estrangeiros. Dois casos recentes podem ser destacados: em 2012, o grupo brasileiro Amil foi vendido para a estadunidense United Health, por R\$ 10 bilhões e, em 2014, o fundo de investimento estadunidense Bain Capital aportou R\$ 2 bilhões no Grupo Notre Dame Intermédica. Essas mudanças também se estendem no segmento hospitalar. Em 2010, ocorreu a aquisição parcial da Rede D'Or pelo banco de investimento BTG, pelo valor de R\$ 600 milhões. Em 2015, após um processo de reestruturação, ocorreu a revenda, por R\$ 2,4 bilhões para o fundo soberano de Singapura (FONSECA e HIRATUKA, 2021).

Embora o Brasil tenha sido um país que mais sofreu com a pandemia da COVID-19, alguns ensinamentos transpareceram. Em primeiro lugar, a presença de instituições de pesquisa de excelência (o Butantan e a Fiocruz) foram essenciais para a oferta de vacinas (com transbordamentos tecnológicos importantes para o país). Em segundo lugar, a despeito do processo de desmonte, a capilaridade e capacitação do SUS foi crucial para conter o avanço da pandemia no país. Além disso, a *expertise* em relação a campanhas maciças de vacinação foi fundamental.

Quadro 5. Síntese de Políticas, Instituições e Estratégias relacionadas aos setores do CEIS 4.0 no Brasil

Política/Estratégia/Instituição	Ano de criação	Descrição
Instituto Butantan	1899	Um dos principais centros de pesquisa biológica do Brasil
Instituição. Soroterápico de Manguinhos/Fiocruz	1908	Um dos principais centros de pesquisa biológica do Brasil
Grupo Executivo da Indústria Químico-Farmacêutica	1964	Estabeleceu normas para concessão de incentivos fiscais, cambiais e creditícios para as empresas químico-farmacêuticas
Grupo Executivo da Indústria Química	1965	Objetivo de estimular a produção da indústria química
Central de Medicamentos	1971	Programa de distribuição de medicamentos e, posteriormente, de desenvolvimento científico.
II PND	1974	Plano que tenta completar a industrialização brasileira, com foco no setor de insumos básicos
Grupo Interministerial da Indústria Farmacêutica	1981	Programa visando o desenvolvimento da base químico-farmacêutica.
SUS	1988	Criação de um sistema de saúde público, gratuito e universal.
Termos de assinatura no TRIPS	1994	Adesão acelerada ao acordo.

Lei de Patentes	1996	Retorno das patentes de medicamentos e processos químicos. Ademais autorização de patentes de medicamentos ainda não comercializados (pipeline)
Agência Nacional de Saúde Suplementar	1999	Regulação sobre o mercado de saúde suplementar.
Agência Nacional de Vigilância Sanitária	1999	Supervisão sobre a indústria farmacêutica - avaliação de registro de medicamentos genéricos, estabelecimento de requisitos de qualidade e de segurança de produção. Estabeleceu as exigências dos testes de bioequivalência e biodisponibilidade para o registro de medicamentos genéricos, à semelhança da lei estadunidense de 1984
Lei nº 9.878, denominada "lei dos genéricos"	1999	
Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Cadeia Produtiva Farmacêutica	2003	Financiamento de projetos visando o adensamento da cadeia produtiva da indústria farmacêutica
Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior	2004	Marca a retomada da política industrial mais ativa no Brasil
Política de Desenvolvimento produtivo	2008	Revisão das metas do PITCE e proposição de novos objetivos
Parcerias para o Desenvolvimento Produtivo	2008	Parcerias público-privadas para a transferência tecnológica em setores estratégicos
Plano Brasil Maior	2011	Política para aumentar a competitividade da indústria brasileira, com foco na inovação.

Fonte: Elaboração Própria.

3 – CONTROLE SOBRE ATIVOS TECNOLÓGICOS E PATENTES NO CEIS 4.0: ASPECTOS METODOLÓGICOS E EXPLORATÓRIOS

3.1 Introdução

A partir do resgate realizado na primeira parte deste trabalho, pretende-se avaliar a inserção dos países em desenvolvimento e centrais no contexto do CEIS 4.0 a partir, entre outros, dos dados de gasto em P&D e patentes. Desse modo, será possível ter uma noção mais clara dos desafios colocados para cada um desses países no acesso à fronteira tecnológica dos subsistemas mais importantes do CEIS. A hipótese subjacente a tal objetivo é a de que o processo de financeirização afeta as estratégias de grandes empresas com uma série de implicações sobre a estrutura de mercado. Em particular, implica uma elevada concentração do controle sobre um conjunto de ativos intangíveis estratégicos, como o conhecimento. Estes últimos, por sua vez, permitem concentrar a captura de valor e ao mesmo tempo garantir a mobilidade para entrada em setores mais promissores em termos de valorização.

Algumas perguntas norteadoras da análise de dados, portanto, são: quanto as empresas dos países centrais dominam do conjunto de patentes da indústria 4.0 e do CEIS 4.0, em particular? O processo está mais concentrado ou mais difuso? Essa dinâmica aumenta o poder de controle sobre esses ativos e, portanto, as barreiras colocadas para os países em desenvolvimento? Qual a participação desses países no total de patentes do CEIS 4.0?

3.2 Metodologia

A presença de tecnologias associadas à indústria 4.0 é amplamente reconhecida como um indicador do nível de desenvolvimento socioeconômico de um país devido ao seu papel no suporte à trajetória de desenvolvimento científico – com *spillovers* nas dimensões econômica e social. Uma questão importante no debate acadêmico sobre essa temática reside na própria definição de indústria 4.0. Entendida por muitos como uma nova revolução industrial, e por outros tantos como um desenvolvimento endógeno das condições colocadas pela 3ª Revolução Industrial – marcada pela emergência e difusão das tecnologias de informação e comunicação (TIC) –, é consenso a notória interpenetração entre as diferentes tecnologias, assim como sua aplicação em uma grande variedade de setores econômicos.

Nesse estudo, em linha com o proposto em EPO (2017), entende-se a indústria 4.0 não somente como uma intensificação do desenvolvimento das TIC, mas como um novo paradigma digital, marcado pela elevada digitalização, conectividade, rapidez e aplicabilidade de uma ampla gama de novas tecnologias nos mais diferentes setores. No âmbito do CEIS,

foco deste trabalho, Gadelha (2021) identifica como parte do CEIS 4.0 as seguintes tecnologias: internet das coisas (IoT, na sigla em inglês), big data, inteligência artificial (AI, na sigla em inglês), manufatura aditiva (AM, na sigla em inglês), biotecnologia, edição genérica e nanotecnologia. Podendo somar-se ainda a computação em nuvem.

Setores como o de serviços de saúde, assim como o farmacêutico, o de telecomunicações e o financeiro, geram grandes quantidades de informações. As tecnologias associadas à consulta e análise de dados em tempo real, portanto, são uma necessidade eminente e umas das tecnologias 4.0 mais amplamente difundidas. Outra área estratégica relacionada à indústria 4.0 é a inteligência artificial, inclusive o *big data*. Nesse caso, o exemplo chinês é emblemático, uma vez que a AI foi usada como meio de contornar desafios sociais relevantes, com o acesso à saúde e à assistência social (HIRATUKA e DIEGUES, 2021).

No âmbito do CEIS, a manufatura aditiva ganha destaque, pois viabiliza a produção de próteses, equipamentos cirúrgicos, além de ter elevado potencial na reprodução de órgãos e tecidos vivos (RODRIGUEZ-SALVADOR et al., 2017; ALVAREZ-MEZA et al., 2019). Também estão sendo crescentemente desenvolvidos materiais em nanoescala, como sondas diagnósticas e veículos de entrega terapêutica direcionada (GENIESER e GOLLIN, 2007). A edição genética, por sua vez, tem sido pesquisada tendo em vista corrigir mutações genéticas e substituir genes inteiros, criando inúmeras possibilidades para o tratamento de doenças genéticas.

Compreender a dinâmica do complexo no bojo das referidas transformações e simbioses, no entanto, coloca importantes desafios metodológicos. Primeiro, é preciso identificar proxies válidas do desenvolvimento tecnológico global mais recente. No caso desta pesquisa, em linha com a literatura internacional, serão utilizados dados de patentes⁴¹. Na sequência, é preciso mapear patentes associadas às diferentes tecnologias da indústria 4.0, do CEIS, assim como sua interpenetração, delimitando o CEIS 4.0. Para tanto, é necessário sistematizar os principais sistemas de classificação existentes e, assim, as possibilidades de classificação das patentes a partir das diferentes metodologias.

O objetivo deste tópico é apresentar a metodologia de exploração das bases de dados utilizadas na pesquisa, a base JRC-OECD COR&DIP© e o banco de dados de patentes do escritório europeu (EPO, na sigla em inglês), conhecido como PATSTAT. Para tanto, será realizado um resgate dos principais sistemas de classificação de patentes existentes, suas

⁴¹ Jurgues e Herrero-Solana (2017) argumentam que as patentes são boas formas de identificar a fronteira e as potencialidades tecnológicas em setores científicos estratégicos. Isso porque, são disponibilizadas em diferentes bases de dados públicas, com abrangência mundial, e descritas de forma detalhada e objetiva. Vale destacar, no entanto, que as patentes devem ser analisadas com cuidado, em virtude, por exemplo, de diferentes propensões a patenteamento entre setores e da possibilidade de haver um amplo conjunto de patentes que não necessariamente tem aplicação comercial.

semelhanças e particularidades, sendo proposta ainda uma síntese do estado da arte da literatura tecnológica e econômica sobre o tema. A partir desse arcabouço analítico, será esboçada uma metodologia de identificação e classificação das diferentes tecnologias da indústria 4.0 e do CEIS tendo em vista esclarecer, na parte 3, a trajetória histórica e as perspectivas do CEIS 4.0 no âmbito nacional e global. Ou seja, ao fim, os principais resultados da análise dos dados de ambas as bases são apresentados.

3.2.1 Classificações de patentes tradicionais

As patentes, quando submetidas a determinado escritório regional de propriedade intelectual, são classificadas por especialistas, sendo atribuído a elas um ou mais códigos. Além de auxiliar na busca eficiente e recuperação dos documentos de patentes, a classificação tecnológica desenvolvida pelos diferentes escritórios permite ao pesquisador delimitar o estado da arte e fundamentar a avaliação do desenvolvimento de diversos campos tecnológicos. Os principais sistemas de classificação de patentes são: a Classificação Internacional de Patentes (IPC, na sigla em inglês), a Classificação de Patentes Cooperativas (CPC, na sigla em inglês) e a classificação do escritório japonês de patentes (F-term). Tais sistemas de classificação são usualmente priorizados nas análises uma vez que não só são atribuídos por especialistas, mas revisados continuamente pelos escritórios mantenedores. O IPC, administrado pela Organização Internacional de Propriedade Intelectual (WIPO, na sigla em inglês), foi criado a partir do Acordo de Estrasburgo, em 1971, com o objetivo de uniformizar a classificação internacional de patentes. Atualmente, é a principal classificação existente, tendo sido adotada por mais de cem países, inclusive o Brasil. O IPC é um sistema hierárquico que classifica as patentes em áreas tecnológicas. Tais áreas são divididas em seções – o nível mais alto de hierarquia. As seções são então subdivididas em “classes”, “subclasses”, “grupos principais” e “subgrupos”, constituindo aproximadamente 71 mil códigos. O Quadro 6 sintetiza e exemplifica um símbolo de classificação completo (WIPO, 2020).

Quadro 6. Código de classificação IPC

A - H	01 - 99	A - Z	1 - 9999/00	/00-999999
Seção - Designada por uma das letras maiúsculas				
Classe - Designada por um número de dois dígitos				
Subclasse - Designada por uma letra maiúscula				
Grupo - Designado por um número de um a três dígitos, o traço oblíquo e o número 00				

Subgrupo - Designado pelo número de um a três dígitos do grupo principal, o traço oblíquo e um número de pelo menos dois dígitos diferente de 00	
A	Necessidade Humana
61	Ciência Médica ou Veterinária; Higiene
B	Diagnóstico; Cirurgia; Identificação
1/00	Instrumentos para efetuar exames médicos de cavidades ou canais do corpo através de inspeção visual ou fotografia, p. ex. endoscópios
A61B	
1/00	Endoscópios flexíveis
5	

Fonte: Site WIPO. Elaboração própria.

Como explicitado anteriormente, além do IPC, há dois outros sistemas de classificação relevantes, ambos baseados no primeiro: o CPC, criado a partir da unificação do sistema de classificação de patentes do EPO e do escritório norte-americano (USPTO, na sigla em inglês), e o F-term, do escritório de patentes japonês (JPO, na sigla em inglês).

O Índice de arquivo (FI, na sigla em inglês) e o Termo de formação de arquivo (F-term) são sistemas de classificação de patentes japonesas com, aproximadamente, 190.000 e 300.000 entradas respectivamente. O FI foi criado a partir do aumento do número de documentos e do surgimento de novas tecnologias – mais complexas e interconectadas. Tal cenário fez com que os examinadores do escritório japonês criassem subdivisões do IPC, definindo o FI. Em 1984, a busca por uma maior informatização deu origem ao F-term, um índice multidimensional cujo foco é otimizar a estratégia de busca das patentes. A cobertura nesse caso é, naturalmente, bem menor que a dos demais sistemas de classificação, uma vez que somente os documentos japoneses são classificados dessa forma.

O CPC também figura como uma extensão do IPC, sendo largamente baseado no antigo Sistema de Classificação Europeu (ECLA). A classificação CPC é regida pelo EPO e pelo USPTO, tendo sido estabelecida em 2013. A diferença reside no nível de detalhamento: além de uma seção adicional (seção Y), possui mais grupos e subgrupos, compondo um total aproximado de 160 mil códigos. Como no caso do F-term, a rápida emergência e difusão de novas tecnologias, altamente interrelacionadas, particularmente no âmbito da discussão sobre a nanotecnologia, fez com que a ECLA criasse uma nova seção para tecnologias emergentes, posteriormente incorporada ao CPC.⁴² A incorporação de uma nona seção

⁴² A discussão sobre a criação de uma nova seção foi fortemente influenciada pela discussão sobre nanotecnologia. Jurgues e H-Solana (2017), inclusive, chamam atenção para importantes diferenças existentes entre os dois sistemas de classificação no que diz respeito à classificação de patentes nessa área.

também foi considerada no caso do IPC, mas tal iniciativa não foi levada adiante tendo em vista o alto impacto de TI previsto em alguns escritórios.

No Brasil são usados tanto o IPC, quanto o CPC. O IPC é obrigatório e usado desde a sua criação, em 1971, já a CPC foi adotada pelo Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI) em 2013, quando as divisões foram gradualmente sendo treinadas e seus respectivos documentos sendo classificados no novo esquema. Em 2021, mais de 40 escritórios usavam a CPC como segunda classificação.

3.2.2 Campos tecnológicos

O WIPO elaborou um extenso relatório sobre o conceito de uma classificação tecnológica para viabilizar comparações entre países (WIPO, 2008). O relatório chama atenção para o fato de que a classificação por setor de atividade, usualmente usada em comparações internacionais, possui limitações importantes. Não somente uma empresa poder atuar em diferentes setores, produzindo diferentes tipos de produto, como também, e principalmente, um mesmo produto pode usar um amplo conjunto de tecnologias, o que acaba por exigir que as dimensões produtiva e tecnológica sejam analisadas separadamente.

Por essa razão, foi proposta uma metodologia de classificação de patentes, baseada nos códigos do IPC, cuja finalidade era justamente permitir a comparação entre empresas e países. A primeira versão foi publicada em 1992 e contava com 28 campos tecnológicos; desde então, a classificação foi revista várias vezes, tendo em vista acompanhar as mudanças tecnológicas e a dinâmica internacional de patenteamento. A última mudança metodologia é de 2008, enquanto a última revisão é de julho de 2019, havendo 35 campos tecnológicos – sumarizados no Quadro 7.⁴³⁴⁴

⁴³ São consideradas todas as classificações, primárias e secundárias, das patentes de modo que uma mesma patente pode pertencer a mais de um campo tecnológico.

⁴⁴ Outros requisitos indicados como relevantes para a referida construção metodológica foram: basear-se somente nos códigos da IPC, contemplar todos os códigos, ter um nível de diferenciação, em campos, adequado (que permita análises mais detalhadas, mas sem detalhes excessivos, que confundam, além de seguirem sendo legíveis graficamente) e sem muitas sobreposições (que dificultem a decisão entre separar ou agregar determinados campos).

Quadro 7. Campos Tecnológicos

Número	Setor	Campo tecnológico
1	Engenharia elétrica e eletrônica	Aparatos eletrônicos, engenharia eletrônica e energia elétrica
2	Engenharia elétrica e eletrônica	Tecnologia audiovisual
3	Engenharia elétrica e eletrônica	Telecomunicações
4	Engenharia elétrica e eletrônica	Comunicação digital
5	Engenharia elétrica e eletrônica	Processos básicos de comunicação
6	Engenharia elétrica e eletrônica	Informática
7	Engenharia elétrica e eletrônica	Métodos de Tecnologia da informação para gestão
8	Engenharia elétrica e eletrônica	Semicondutores
9	Instrumentos	Ótica
10	Instrumentos	Medidas
11	Instrumentos	Análise de materiais biológicos
12	Instrumentos	Controle
13	Instrumentos	Tecnologia médica
14	Química	Química orgânica fina
15	Química	Biotecnologia
16	Química	Produtos Farmacêuticos
17	Química	Química macromolecular, polímeros
18	Química	Química de alimentos
19	Química	Química de materiais básicos
20	Química	Materiais, metalurgia
21	Química	Tecnologia de superfícies, revestimentos
22	Química	Tecnologia de microestruturas, nanotecnologia
23	Química	Engenharia química
24	Química	Tecnologias do meio ambiente
25	Engenharia mecânica	Manejo
26	Engenharia mecânica	Máquinas ferramentas
27	Engenharia mecânica	Motores, bombas, turbinas
28	Engenharia mecânica	Máquinas têxteis e de papel
29	Engenharia mecânica	Outras máquinas especiais
30	Engenharia mecânica	Processos térmicos e aparatos
31	Engenharia mecânica	Elementos mecânicos
32	Engenharia mecânica	Transporte
33	Outros setores	Móveis, jogos
34	Outros setores	Outros bens de consumo
35	Outros setores	Engenharia Civil

Fonte: WIPO Statistics Database. Elaboração própria.

3.2.3 Outras metodologias: prós e contras

Apesar da existência dos diferentes sistemas de classificação sumarizados nos últimos tópicos, essa não é a única estratégia metodológica de classificação possível. Inúmeros trabalhos recorrem a outros métodos na definição de áreas tecnológicas e tecnologias específicas, como a análise de especialistas, a busca textual de palavras-chave e a combinação entre diferentes métodos.

A metodologia mais comum, principalmente no que diz respeito a identificação de novas tecnologias, é a busca textual por palavras-chave. Apesar dessa estratégia figurar como uma opção metodológica amplamente aceita – por aumentar a zona de manobra do pesquisador, permitindo que se discuta, incorpore e revise os diversos termos relacionados à determinada tecnologia – ela apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, como apontado por Jurgues e Herrero-Solana (2017) para o caso da nanotecnologia, uma patente pode usar um termo associado à uma determinada tecnologia mesmo não se tratando de uma patente efetivamente relacionada a ela. Além disso, muitas patentes, em particular as envolvendo tecnologias na fronteira do conhecimento, podem evitar a utilização de termos populares, visando dificultar a sua identificação. Vale mencionar ainda que tal opção metodológica requer a definição das palavras-chave, o que muitas vezes envolve algum grau de arbitrariedade, tem elevado potencial de ser incompleto, além de não necessariamente incorporar de forma adequada o caráter evidentemente interdisciplinar dessas tecnologias (WIPO, 2008).

A consulta junto a especialistas, por sua vez, pode implicar contribuições importantes para a pesquisa, principalmente em novas tecnologias, ainda em rápida evolução. Mas, sendo as classificações dos diferentes escritórios de patentes também definidas e continuamente revisadas por especialistas, acabam por figurar como uma opção metodológica robusta, publicamente disponível e facilmente replicável – razão pela qual uma porcentagem expressiva dos estudos recorre à essa opção. Por outro lado, como indicado Scheu et al. (2006), deve-se considerar que o uso de códigos de patentes pode resultar em um conjunto de patentes não relacionadas à tecnologia em foco devido a erros no processo classificatório. A questão que se coloca no âmbito desta pesquisa é a inexistência de uma classe ou campo tecnológico referente especificamente às tecnologias da indústria 4.0. Apesar da disponibilidade de informações nos documentos de patentes, cuja dificuldade de delimitação já foi comentada, não só não há uma definição padronizada – nem de indústria 4.0, nem das tecnologias a ela associadas –, como o próprio entendimento do conceito está em construção, de modo que as definições existentes vêm se alterando continuamente.

A proposta desta pesquisa, portanto, é propor uma sistematização não exaustiva da literatura que tenha buscado identificar códigos para as diferentes tecnologias 4.0, sendo elas: internet das coisas (IoT, na sigla em inglês), big data, inteligência artificial (AI, na sigla em inglês), manufatura aditiva (AM, na sigla em inglês), computação em nuvem, biotecnologia, edição genérica e nanotecnologia. A partir dessa revisão, com o objetivo de apresentar uma visão geral das atividades de patenteamento na indústria 4.0, buscar-se-á definir um conjunto extenso de códigos, de modo a garantir o acompanhamento do núcleo de desenvolvimento dessas tecnologias no decorrer dos anos.

3.2.4 Revisão sistemática da literatura e identificação das patentes do CEIS 4.0

3.2.4.1 Revisão sistemática da literatura

A realização da pesquisa bibliográfica parte de uma das principais bases de artigos internacionais, a Scopus.⁴⁵ Foi priorizada uma base de dados não específica uma vez que a temática em foco aborda tecnologias que podem ser utilizadas nos mais variados setores. Ou seja, uma característica distintiva desta pesquisa é justamente sua interdisciplinaridade uma vez que as tecnologias fronteiriças da indústria 4.0 podem ser debatidas no âmbito das mais diferentes temáticas.

As buscas foram feitas a partir de palavras-chaves. As palavras-chaves, por serem atribuídas pelos autores, podem ter pequenas diferenças que impeçam o pesquisador de encontrar artigos relevantes. Para mitigar essa questão, partiu-se de artigos seminais para fundamentar a seleção, tendo sido consideradas ainda algumas alternativas plausíveis. Complementarmente, tendo em vista o foco da pesquisa, utilizou-se o dicionário de sinônimos MeSH (Medical Subject Headings) controlado pela Biblioteca Nacional de Medicina dos Estados Unidos (U.S. National Library of Medicine, NLM, na sigla em inglês) e os Descritores em Ciências da Saúde (DECS) para validar a escolha de palavras-chave a partir dos descritores.⁴⁶

Foram utilizados os seguintes descritores: patentes (*patents*), internet das coisas (*internet of things*), big data (*big data*), inteligência artificial (*artificial intelligence*), computação em nuvem (*cloud computing*), biotecnologia (*biotechnology*), edição genética (*gene editing*) e

⁴⁵ Segundo Mancilla-de-la-Cruz et al. (2020), a Scopus é uma fonte robusta de dados para a análise do progresso da pesquisa e desenvolvimento a partir da literatura científica. Nas palavras dos autores, a “plataforma cobre mais de 20.000 periódicos científicos, 370 livros e 5,5 milhões de anais de conferências. Ela contém uma variedade de informações, incluindo citações desde 1996 e resumos de documentos de bibliotecas” (p. 58).

⁴⁶ Apesar de as bases de dados na área da saúde, em geral, usarem descritores, nem todas as bases de dados o fazem, razão pela qual optou-se pela busca via palavras-chave identificadas como descritores.

nanotecnologia (*nanotechnology*). A única tecnologia cujo termo não tem transcrição direta nos descritores é a manufatura aditiva (*additive manufacturing*). Além do termo ser usado como palavra-chave, agregou-se o seguinte descritor: impressão tridimensional (*3-dimensional printing; three-dimensional printing; 3D printing*). Também não há referência ao termo indústria 4.0 (*industry 4.0*), definido como palavra-chave na estratégia de busca.

A partir desses descritores foram considerados os seguintes termos alternativos, sempre priorizando a tradução para o inglês:⁴⁷ tecnologia 4.0 (*technology 4.0*), quarta revolução industrial (*fourth industrial revolution*), 4ª revolução industrial (*4th industrial revolution*), 4RI (*4IR*),⁴⁸ engenharia genética (*genetic engineering*), aquisição de conhecimento (computador) (*knowledge acquisition (computer)*), IA (AI), raciocínio computacional (*computer reasoning*), representação de conhecimento (computador) (*knowledge representation (computer)*), sistema de visão computacional (*computer vision systems*), inteligência computacional (*computational intelligence*), inteligência de máquina (*machine intelligence*), ciência de dados (*data science*), analítica de dados (*data analytics*), ciência baseada em dados (*data-driven science*), ciência guiada por dados, mineração de dados (*data mining*), desenho assistido por computador (*computer-aided design*), desenho auxiliado por computador, fabricação assistida por computador, fabricação auxiliada por computador, projeto assistido por computador, projeto auxiliado por computador, edição de genomas (*genome editing*), edição genética e edição genômica.

Tais palavras-chave, naturalmente, também se aplicariam a buscas diretas nos documentos de patentes. No entanto, o foco desta pesquisa é o desenvolvimento de uma metodologia que permita a busca facilitada das patentes da indústria 4.0 por meio de uma das classificações criadas e utilizadas pelos principais escritórios de patentes do mundo. Por isso, as buscas de artigos científicos nas bases de dados indicadas, usando as palavras-chave elencadas, foi feita sempre em conjunto com a palavra-chave “patente”, sendo a contribuição metodológica do artigo o principal critério de inclusão.

Tal pesquisa sistemática foi realizada seguindo os passos elencados abaixo:

1. Busca das palavras-chave selecionadas (*patents* + cada uma das palavras-chaves indicadas no Quadro 8) no título, resumo e palavras-chave dos documentos científicos indexados à base;

⁴⁷ Havendo somente o termo em português, no DeCS, sem equivalência em inglês, no MeSH, o termo foi desconsiderado – a não ser que indicasse diferentes formas de descrever a mesma expressão, por exemplo, fabricação assistida por computador e fabricação auxiliada por computador como alternativas a *computer-aided design*.

⁴⁸ Como indicado, os termos alternativos relacionados à indústria 4.0 não estão presentes nos dicionários utilizados.

2. Seleção de artigos a partir de 2000,⁴⁹ em inglês e português;
3. Seleção dos artigos que possuíam entre as suas palavras-chaves palavras-chave selecionadas (e alternativas).

Após essa primeira etapa, foi realizada uma análise complementar nos resumos e introdução tendo em vista identificar artigos mais próximos à temática (passo 4), tendo sido sempre mantidos aqueles artigos relacionados ao CEIS. Artigos cujo foco eram submissões aos escritórios locais foram desconsiderados, assim como estudos de caso muito específicos, por exemplo, identificação de rádio frequência, pesquisa em nanotecnologia para leishmaniose ou a análise das patentes e empresas específicas. O número de artigo selecionados é indicado no Quadro 8.

Quadro 8. Seleção sistemática de artigos na Base Scopus com discussões sobre patentes e tecnologias da indústria 4.0: palavras-chaves e número de artigos selecionados

Palavra-chave	Scopus
indústria 4.0 (<i>industry 4.0</i>)	4
internet das coisas (<i>internet of things</i>)	3
big data (<i>big data</i>)	2
inteligência artificial (<i>artificial intelligence</i>)	8
computação em nuvem (<i>cloud computing</i>)	4
manufatura aditiva (<i>additive manufacturing</i>)	5
biotecnologia (<i>biotechnology</i>) ⁵⁰	13
nanotecnologia (<i>nanotechnology</i>) ¹⁰	14
edição genética (<i>gene editing</i>)	4

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração própria.

Tendo em vista o foco da pesquisa, a primeira seleção é referente aos artigos que recorrem às patentes e tem foco na discussão a respeito das mudanças associadas à indústria 4.0 em sua metodologia. Nesse caso, dada a importância do termo para a pesquisa e o número restrito de artigos obtidos na busca, foram avaliados todos os artigos resultantes do passo 2. Em relação à IoT, há uma série de estudos sobre a tecnologia aplicada a *devices*, empresas e setores específicos, inclusive no formato de estudos de caso. Há também estudos sobre métodos de análise da tecnologia, tendências e valor, a partir de bases de dados de patentes, assim como sobre aspectos legais no âmbito das patentes ICT. Tais artigos, por fugirem ao foco desta seção, foram excluídos.

⁴⁹ Apesar das contínuas revisões nas classificações tradicionais de patentes e da fusão entre a classificação do USPTO e do EPO em 2013, não somente há meio de compatibilizar as classificações, como textos do início do século podem lançar luz sobre tecnologias mais antigas, como a biotecnologia, e o próprio processo de definição de novas classes.

⁵⁰ Classificados por relevância, revisados os primeiros 100 para seleção.

Já em relação ao *big data*, assim como à AI, a principal dificuldade na seleção de artigos esteve no fato de muitos deles focarem não na análise de patentes relacionadas a essas tecnologias, mas na utilização das mesmas para a análise das bases de dados, inclusive as de patentes. No caso do *big data*, foram mantidos os artigos relacionados à área médica, sem que tenham sido encontrados trabalhos com uma contribuição metodológica clara, enquanto no caso da AI, foram excluídos os trabalhos que envolvessem aspectos legais e a publicação de patentes em áreas específicas.

A computação em nuvem foi a única tecnologia associada à indústria 4.0 incluída *a posteriori* nesta pesquisa, ou seja, não considerada por Gadelha (2021). Sua importância, principalmente para o CEIS, associa-se ao *big data* e à AI, em particular no que diz respeito ao armazenamento e acesso remoto facilitado a uma quantidade expressiva de informações. No âmbito do CEIS, além de resolver problemas de armazenamento de dados, como prontuários e exames – principalmente envolvendo imagens –, agiliza o processo de consulta de informações, facilitando a prestação de serviços e elevando a segurança de informações. A manufatura aditiva é também de particular importância para esta pesquisa não apenas por figurar como uma das principais tecnologias da indústria 4.0, mas também, e principalmente, por possuir elevada aplicabilidade na área da saúde – dos cinco artigos selecionados quatro são da área da saúde.

Tendo em vista ser uma tecnologia relativamente mais consolidada, cujas patentes remontam o início dos anos 2000, há uma infinidade de estudos sobre a biotecnologia. Os critérios de exclusão, nesse caso, foram aqueles artigos sem abstract, focados em questões legais, regulatórias, morais e éticas, principalmente no âmbito das discussões sobre o projeto genoma, assim como pesquisas relacionadas à defasagem temporal entre a submissão da patente e a comercialização do referido invento. Como nos demais casos, também foram desconsiderados estudos de países e tecnologias específicas.

Em relação à edição genética, há um número reduzido de artigos científicos relacionados à temática, apesar de muitos documentos sobre o tema – principalmente sobre a tecnologia CRISPR–Cas. Nesse caso, como nos demais, foram mantidos artigos que propusessem uma discussão sobre as patentes, tendo sido excluídos aqueles sem abstract, focados em questões éticas e regulatórias, assim como as pesquisas cujo foco era a reprodução de animais e o tratamento de doenças específicas.

Finalmente, de forma similar à biotecnologia, muitos estudos em nanotecnologia têm foco em aspectos como: os incentivos ao patenteamento e o impacto de programas nacionais sobre a inovação tecnológica, os desafios na escrita da patente tendo em vista sua classificação – principalmente no início dos anos 2000, quando os escritórios ainda não haviam se adaptado,

criando novas classes⁵¹ –, assim como aspectos legais, como os relacionados ao tempo de expiração das patentes que ainda não foram comercializadas.

Além da pesquisa sistemática descrita, foram selecionados trabalhos adicionais, a partir de buscas na Scielo e no Google acadêmico, seja para contemplar discussões de autores brasileiros, seja para não deixar de considerar textos apontados pela literatura como relevantes para o entendimento da temática.

3.2.4.2 Identificação das patentes da indústria 4.0 por meio das classificações de patentes

O ponto de partida para a sistematização dos códigos de classificação utilizados para identificar as patentes associadas às diferentes tecnologias da indústria 4.0 foi o trabalho precursor do escritório europeu, EPO (2017), utilizado por Benassi et al. (2020), razão pela qual os códigos são os referentes à classificação CPC. A abordagem proposta em EPO (2017) discute a internalização da indústria 4.0 em dispositivos de uso pessoal e industrial, dando grande importância à IoT. Tal recorte poderia implicar uma incidência limitada de outras tecnologias identificadas como relevantes por Gadelha (2021) para o CEIS 4.0, por isso a proposta desta pesquisa de usar o levantamento bibliográfico para seleção de códigos adicionais nas diferentes tecnologias associadas ao CEIS 4.0.

A partir dos textos selecionados na subseção anterior, foram propostos novos filtros, tendo sido analisados àqueles trabalhos que não só usavam patentes como *proxy* do avanço tecnológico, mas que as classificavam a partir do IPC ou do CPC. Tal classificação poderia ser feita *a priori*, como base da estratégia de busca, ou *a posteriori*, como *output* análise dos resultados da busca realizada a partir de outro método. O Quadro 9 sistematiza as referências consideradas para seleção preliminar de códigos a partir destas classificações.

Quadro 9. Revisão sistemática da literatura para seleção de códigos CPCs da indústria 4.0: trabalhos de referência

Artigo	Temática	Sistema de classificação utilizado/listado a partir da busca de palavras-chaves.
EPO (2017)	Indústria 4.0	Proposta de classificação das patentes da indústria 4.0 via códigos CPC.
Benassi et al. (2020)	Indústria 4.0	Utiliza a classificação proposta por EPO (2017).
Antunes et al. (2012)	Nanotecnologia	Subclasses do IPC dos subsetores de saúde para análise a partir de palavras-chave.
Ardito et al. (2018)	Internet das coisas	Lista de códigos IPC.

⁵¹ Por essa razão textos mais antigos tendem a priorizar uma estratégia de busca baseada em palavras-chave. Não obstante, os resultados parecem indicar ainda haver uma dificuldade na identificação das patentes em nanotecnologia.

Barragán-Ocaña et al. (2019)	Biotecnologia	Lista de códigos IPC.
Baruffaldi et al. (2020)	Inteligência artificial	Utilizam palavras-chave, identificando os principais IPCs <i>a posteriori</i> .
Buttow e Steindel (2012)	Biotecnologia	Patentes de residentes submetidas ao INPI com a classificação C12N.
Chang (2021)	Inteligência artificial	Lista de códigos IPC.
Choi (2018)	Manufatura Aditiva	Lista de códigos CPC.
Dias et al. (2012)	Biotecnologia	Lista de códigos IPC.
Fujii e Managi (2018)	Inteligência artificial	Lista de códigos IPC.
Huang (2016)	Computação em nuvem	Discussão a partir de duas classes do IPC.
Jürgens e Herrero-Solana (2017)	Nanotecnologia	Lista de códigos CPC.
Magee et al. (2018)	Edição genética	Referência a CPC.
Mancilla-de-la-Cruz et al. (2020)	Manufatura Aditiva	Utilizam palavras-chave, identificando os principais IPCs da categoria de Ciências Médicas <i>a posteriori</i> .
Ozcan e Islam (2016)	Nanotecnologia	Método combinado: códigos de patentes (IPC) e consultas lexicais.
Saheb & Saheb (2021)	Big Data	Utilizam palavras-chave, identificando os principais IPCs <i>a posteriori</i> .
Tseng e Ting (2013)	Inteligência artificial	Lista de códigos IPC.
Williams (2007)	Biotecnologia	Lista de códigos IPC.

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração própria.

Como descrito anteriormente e evidenciado no quadro acima, a seleção dos códigos de classificação das patentes da indústria 4.0 considerou, além do CPC, o IPC, tendo sido necessário não apenas garantir a correspondência entre os diferentes sistemas de classificação, como delimitar ainda o nível de detalhamento considerado. Todo IPC tem uma correspondência no CPC, mas um mesmo IPC pode ser desmembrado em diferentes CPCs, resultando em um número maior de códigos. Essa compatibilização foi realizada caso a caso a partir da tabela de correspondências referente a janeiro de 2022 disponibilizada pelo próprio CPC. No que tange ao grau de detalhamento dos códigos, muitos trabalhos priorizam um maior nível de agregação, privilegiando considerar patentes pouco relacionadas a pesquisa, sob o risco de desconsiderar patentes importantes. No caso desta pesquisa, tendo em vista o esforço de abarcar a maior quantidade de códigos possíveis, evidenciado inclusive mudanças marginais na trajetória tecnológica da indústria 4.0, optou-se por, ao contrário, especificar ao nível da subclasse os códigos de interesse. O Quadro 10 descreve as etapas para obtenção da lista de códigos.

Quadro 10. Etapas operacionais para obtenção da lista de códigos da indústria 4.0

Revisão sistemática da literatura: filtros elencados na seção 2.2.4.1
Lista de códigos utilizados pelos trabalhos, ordenamento e remoção de duplicadas
Compatibilização entre a classificação IPC e a CPC
Verificação e remoção dos códigos não encontrados
Remoção das classes sem especificação do subgrupo
Considerados subgrupos ou pelo intervalo indicado na literatura ou por indicação da tabela de correspondência entre IPC e CPC.
Excluídas células cujos intervalos se sobrepõem

Fonte: Elaboração própria.

Foram utilizadas como unidade de referências as patentes prioritárias de família simples filtradas a partir do critério de ter pelo menos um depósito em um escritório que utiliza o CPC. Ou seja, foram desconsideradas as famílias cujos depósitos atendiam, simultaneamente, duas condições: i) foram realizados em escritórios locais que não utilizam o CPC e; ii) não têm membro da família depositado em escritórios que utilizam o CPC. Tal escolha metodológica poderia implicar um viés de seleção. No entanto, desconsiderando as patentes artificiais, apenas 7% do total de depósitos não tem correspondência na tabela de CPCs. Além disso, a distribuição dos depósitos por escritório na base geral e na base com identificação do CPC é também similar.

3.2.4.3 Proposta metodológica de identificação das patentes do CEIS 4.0

O objetivo dessa seção é propor uma estratégia exploratória de identificação das patentes do CEIS 4.0. Ou seja, a ideia é identificar as patentes relacionadas ao CEIS entre as patentes da indústria 4.0 tendo em vista lançar luz sobre os questionamentos da pesquisa. Em outras palavras, busca-se analisar o grau de concentração do conhecimento na fronteira tecnológica do CEIS 4.0, verificando a participação dos países em desenvolvimento e analisando se houve e quais foram as mudanças ocorridas nos últimos anos. A metodologia sugerida é classificar as patentes por campo tecnológico e então filtrar aquelas com alguma participação nos campos tecnológicos relacionados ao CEIS: análise de materiais biológicos, tecnologia médica, química orgânica fina, biotecnologia, produtos farmacêuticos, tecnologia de microestruturas e nanotecnologia e tecnologia de meio ambiente (Quadro 11).

Quadro 11 – Campos Tecnológicos relacionados ao CEIS

Número	Setor	Campo tecnológico
11	Instrumentos	Análise de materiais biológicos
13	Instrumentos	Tecnologia médica
14	Química	Química orgânica fina
15	Química	Biotecnologia
16	Química	Produtos Farmacêuticos
22	Química	Tecnologia de microestruturas e nanotecnologia
24	Química	Tecnologia de meio ambiente

Fonte: WIPO Statistics Database. Elaboração própria.

Naturalmente, é esperado que tal método de seleção de patentes, frente ao seu caráter exploratório e original, tenha limitações importantes. A principal delas diz respeito a possibilidade de, por um lado, incluir patentes não relacionadas ao CEIS 4.0, por outro lado, deixar de abarcar patentes relacionadas ao complexo – dada a amplitude da composição dos campos tecnológicos. No entanto, como bem apontado por Vesselkov et al. (2018) para o caso da telemedicina, a aplicação de tal opção metodológica deve ter como foco abarcar um conjunto suficientemente representativo de patentes que reflitam os principais desenvolvimentos e tendências tecnológicas da área.

4 – CONTROLE SOBRE ATIVOS TECNOLÓGICOS E PATENTES NO CEIS 4.0: RESULTADOS PRELIMINARES

4.1 Análise de dados e resultados

Esta seção visa apresentar a análise das tendências temporais, da dinâmica cross-country, das empresas e das tecnologias associadas ao CEIS 4.0, a partir de duas bases de dados: JRC-OECD COR&DIP©, v.2, 2019 e PATSAT. A utilização de duas bases de dados se justifica pelo caráter complementar das mesmas. O Quadro 12 sintetiza as vantagens e desvantagens de cada uma das fontes de informações, explicitando tal complementaridade.⁵²

Quadro 12 – Vantagens e desvantagens das bases de dados utilizadas na pesquisa

<u>JRC-OECD COR&DIP©</u>	<u>PATSTAT</u>
Vantagens	
Os dados são por empresa e consolidados	Série histórica Dados para diferentes países e agentes Maior quantidade de informações
Desvantagens	
Dados até 2016 São desconsideradas patentes que não as submetidas pelas empresas que compõem a amostra – 2.000 empresas que mais investem em P&D.	Perde-se as informações empresariais Dados não consolidados

4.1.1 JRC-OECD COR&DIP©, v.2

A base JRC-OECD COR&DIP© é resultado de uma iniciativa conjunta da Comissão Europeia e da OCDE, especificamente do Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies da Comissão Europeia, e da Directorate for Science, Technology and Innovation da OCDE. Trata-se de uma consolidação de dados a partir do esforço realizado pela Comissão Europeia, desde 2004, de levantar e publicar informações sobre as maiores empresas em termos de gastos em P&D. A partir desta base, os pesquisadores responsáveis pela organização das informações e da base de dados (Dernis et al, 2015; Dernis et al, 2019) consolidaram as informações corporativas do conjunto de subsidiárias ao redor do mundo. Além das informações sobre P&D, o diferencial da base de dados é a agregação de informações sobre patentes e marcas. Uma das maiores dificuldades nesse processo é o fato

⁵² Vale notar que as duas bases se diferenciam ainda no que se refere à unidade de análise dos dados de patentes: enquanto a JRC-OECD COR&DIP© utiliza a família de patentes estendida, a análise do Patstat foi feita a partir de uma definição própria de família, desenvolvida a partir do conceito de família simples. Cada uma das abordagens é detalhada nas subseções 3.3.1 e 3.3.2.

de os registros de marcas e patentes poderem estar em nome de subsidiárias diferentes, sendo, portanto, realizado um procedimento de consolidação de informações ao nível da corporação. A partir deste procedimento, é possível ter informações sobre as famílias de patentes dessas empresas nos 5 principais escritórios de patentes mundiais (IP5): Europa (EPO), e Estados Unidos (USPTO), Japão (JPO), Coreia do Sul (KIPO) e China (SIPO).

Importante destacar que a noção de famílias de patentes considerada na base adota o conceito de família estendida, isto é, engloba os pedidos de patentes que estão direta ou indiretamente vinculados por meio dos pedidos de prioridade, delimitando um conjunto de patentes referentes à mesma tecnologia. O escopo das famílias de patentes estendidas é, portanto, mais amplo do que apenas o agrupamento das patentes depositadas em diferentes escritórios, reivindicando a mesma patente prioritária.

Assim, a família estendida engloba como patentes da mesma família possíveis etapas incrementais que podem ter seguido uma invenção original. A definição também leva em conta conjuntos de patentes depositadas em um determinado escritório que podem ter sido re combinados em um único pedido de patente depositado em outro escritório. Além disso, são excluídos os pedidos únicos registrados em apenas um escritório. Ou seja, os pedidos de patentes únicos são incluídos na base somente quando existe algum outro registro da mesma família solicitado em algum outro escritório no mundo.

A partir de tal abordagem, o viés nacional da base é controlado (por exemplo, no caso do escritório Chinês de patentes, 93% são registros únicos), ao mesmo tempo em que concentra as informações em famílias que podem ter valor estratégico maior, justamente por serem requeridas em ao menos dois escritórios, sendo um deles necessariamente um dos cinco mais importantes do mundo.

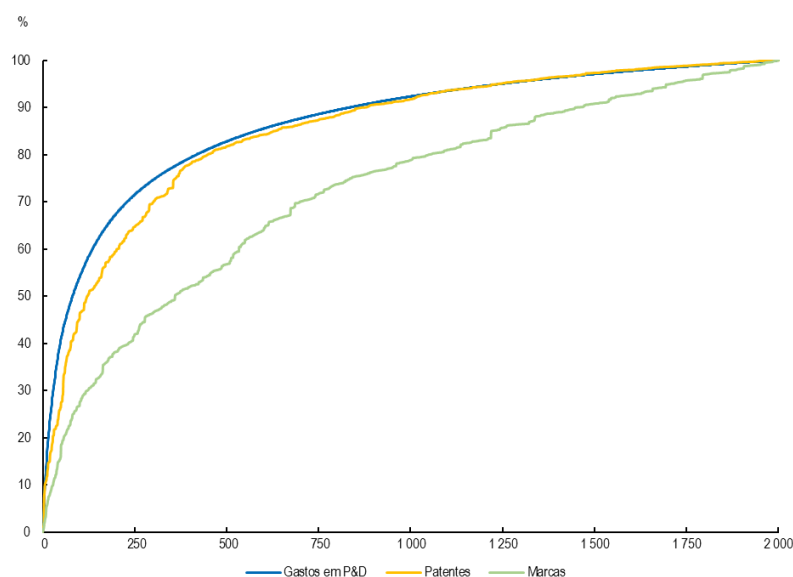
No caso dos dados sobre os pedidos de marcas comerciais, são consideradas as marcas registradas no escritório da União Europeia (EUIPO), do Japão (JPO) e dos Estados Unidos (USPTO). O EUIPO administra marcas registradas da UE anteriormente conhecidas como marcas comunitárias (CTMs), que são válidas em toda a União Europeia e coexistem com marcas registradas nacionalmente. O JPO e o USPTO garantem proteção somente em seus mercados nacionais.

Trata-se, portanto, de uma base que permite ter uma boa ideia da cúpula empresarial mundial em termos de atividades inovativas e de suas estratégias em termos de posse de ativos voltados à proteção intelectual e comercial.

Antes de entrar especificamente em uma caracterização preliminar das empresas classificadas dentro do CEIS na amostra presente na base de dados, vale destacar algumas características do conjunto das 2000 empresas na base divulgada em 2019 e que contém informações referentes ao período 2014-2016.

Um primeiro fenômeno que chama atenção é a elevada concentração nas maiores empresas, em especial quando se consideram gastos em P&D e patentes. As 50 maiores responderam por 41,1% do gasto em P&D, 27,4% das patentes e 18,4% das marcas do total das empresas (Gráfico 5). Se forem consideradas as top 100, essas participações chegam a 54,1%, 45,0% e 26,7%, respectivamente.

Gráfico 5 – Distribuição dos Gastos em P&D, Patentes e Marcas das 2000 maiores empresas, 2014-2016

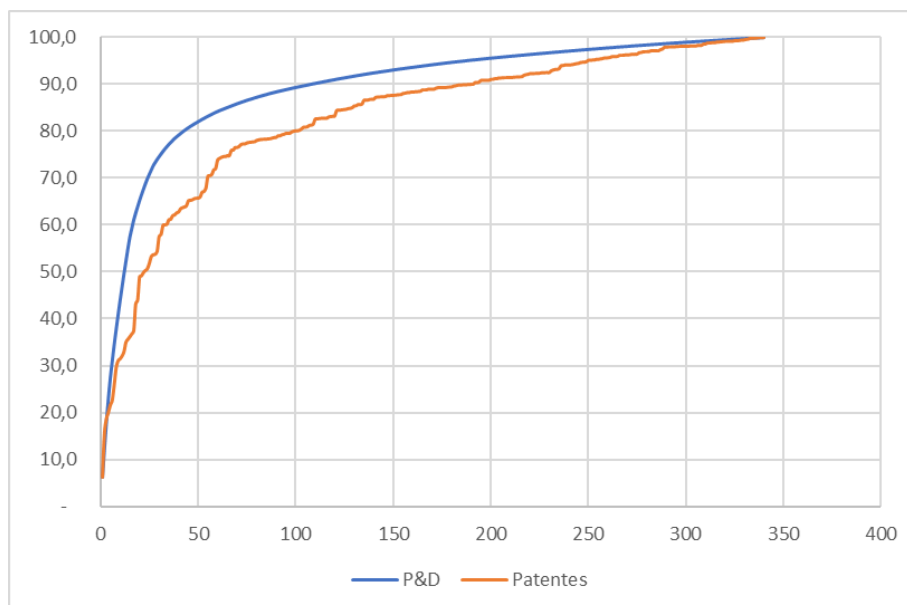


Fonte: Dernis et al (2019).

Agregando por país, verifica-se também uma grande concentração, com os três principais países sede das corporações, Estados Unidos, Japão e China, somando 1.230 empresas, equivalente a 61,5% do total. Da mesma maneira, do ponto de vista setorial, observa-se a concentração de empresas associadas ao setor de TICS, Saúde e Automotivo como mais importantes dentro das top 2000.

Para uma primeira análise, foram destacadas as empresas pertencentes aos setores atrelados ao CEIS, o que em 2016 somou 340 empresas, ou seja 17% do total das empresas. Essas 340 empresas gastaram, nesse ano, € 147 bilhões e registraram 23,9 mil patentes IP5. O grau de concentração também é elevado e até maior do que no total das 2000, com as 20 maiores empresas concentrando 65,3% dos gastos em P&D e 49% das patentes (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Distribuição dos Gastos em P&D e Patentes das 340 empresas do CEIS no top 2000, 2016



Fonte: JRC-OECD COR&DIP© Database. Elaboração própria.

Estas 20 empresas estão destacadas na Tabela 2, a seguir. Pela tabela é possível perceber que predominam empresas com sede nos Estados Unidos entre as maiores, embora empresas da Suíça ocupem a primeira e a terceira posição no ranking das que mais gastam em P&D.

Tabela 2. Top 20 Empresas do CEIS em Gastos em P&D, 2016

Empresa	País de Origem	P&D (€\$ Milhões)	Part rel. (%)	Part. Rel. Acum.	Vendas (€\$ Milhões)	P&D/Vendas (%)	Posição no ranking global	Patentes	Part rel. (%)	Part. Rel. Acum.
ROCHE	Suíça	9.242	6,3	6,3	47.141	19,6	8	1.518	6,3	6,3
JOHNSON & JOHNSON	Estados Unidos	8.628	5,9	12,2	68.200	12,7	9	2.257	9,4	15,8
NOVARTIS	Suíça	8.539	5,8	18,0	46.899	18,2	10	728	3,0	18,8
PFIZER	Estados Unidos	7.377	5,0	23,0	50.113	14,7	14	318	1,3	20,1
MERCK SHARP & DHOME	Estados Unidos	6.483	4,4	27,4	37.764	17,2	16	379	1,6	21,7
ASTRAZENECA	Reino Unido	5.358	3,6	31,0	21.821	24,6	22	252	1,1	22,7
SANOFI	França	5.156	3,5	34,5	36.529	14,1	24	768	3,2	26,0
BAYER	Alemanha	4.774	3,2	37,8	47.537	10,0	29	885	3,7	29,6
BRISTOL-MYERS SQUIBB	Estados Unidos	4.595	3,1	40,9	18.430	24,9	30	356	1,5	31,1
GILEAD SCIENCES	Estados Unidos	4.427	3,0	43,9	28.830	15,4	32	103	0,4	31,6
CELGENE	Estados Unidos	4.241	2,9	46,8	10.653	39,8	33	143	0,6	32,2
ELI LILLY	Estados Unidos	4.184	2,8	49,7	20.133	20,8	35	224	0,9	33,1
GLAXOSMITHKLINE	Reino Unido	3.953	2,7	52,3	32.548	12,1	38	481	2,0	35,1
ABBVIE	Estados Unidos	3.903	2,7	55,0	24.322	16,0	39	146	0,6	35,7
AMGEN	Estados Unidos	3.614	2,5	57,5	21.811	16,6	42	134	0,6	36,3
TAKEDA	Japão	2.727	1,9	59,3	13.580	20,1	49	143	0,6	36,9
ALLERGAN	Irlanda	2.676	1,8	61,1	13.823	19,4	53	163	0,7	37,5

MEDTRONIC	Irlanda	2.080	1,4	62,6	28.185	7,4	64	1.356	5,7	43,2
NOVO NORDISK	Dinamarca	1.996	1,4	63,9	15.036	13,3	67	212	0,9	44,1
MERCK Kga	Alemanha	1.972	1,3	65,3	15.024	13,1	68	1.179	4,9	49,0

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© Database. Elaboração própria.

Também é possível perceber o elevado gasto em P&D em relação às vendas e o predomínio das empresas do setor Farmacêutico, com apenas a Medtronic do setor de equipamentos médicos entre as 20 maiores.

Considerando a distribuição das 340 empresas por país (Tabela 3), observa-se novamente o predomínio de empresas dos Estados Unidos, da Europa e do Japão. Os dois únicos países em desenvolvimento presentes na lista são a Índia, com 10 empresas, e a China, com 21 empresas. Apesar de ter uma participação ainda relativamente pequena no total de gastos em P&D e no registro de patentes, é notável que esses países tenham conseguido “furar” as elevadas barreiras presentes no setor, a partir das estratégias destacadas anteriormente.

Tabela 3. Empresas do CEIS presentes entre as Top 2000 maiores em Gastos em P&D. Abertura por país, 2016

País	Empresas	%	Gasto em P&D (milhões de Euros)	%	Patentes	%
Estados Unidos	177	52,1	71.506	48,6	9.529	39,8
Suíça	7	2,1	18.648	12,7	2.364	9,9
Reino Unido	18	5,3	11.828	8,0	1.173	4,9
Japão	31	9,1	11.581	7,9	2.480	10,3
Alemanha	14	4,1	8.335	5,7	2.766	11,5
Irlanda	9	2,6	5.961	4,1	1.579	6,6
França	5	1,5	5.573	3,8	884	3,7
Dinamarca	10	2,9	3.019	2,1	843	3,5
Índia	10	2,9	1.609	1,1	247	1,0
Israel	1	0,3	1.601	1,1	92	0,4
China	21	6,2	1.418	1,0	293	1,2
Bélgica	4	1,2	1.352	0,9	790	3,3
Holanda	4	1,2	1.225	0,8	235	1,0
Austrália	3	0,9	755	0,5	114	0,5
Canadá	4	1,2	557	0,4	36	0,2
Coreia do Sul	7	2,1	478	0,3	216	0,9
Itália	2	0,6	424	0,3	49	0,2
Espanha	3	0,9	361	0,2	53	0,2
Suécia	3	0,9	248	0,2	67	0,3
Eslovênia	1	0,3	118	0,1	0	0,0
Hungria	1	0,3	114	0,1	11	0,0
Finlândia	1	0,3	113	0,1	26	0,1
Nova Zelândia	1	0,3	54	0,0	90	0,4

Grécia	1	0,3	50	0,0	11	0,0
Áustria	1	0,3	39	0,0	5	0,0
Singapura	1	0,3	39	0,0	13	0,1
Total	340	100,0	147.006	100,0	23.966	100,0

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© Database. Elaboração própria.

Finalmente, em relação à distribuição setorial, observa-se, como esperado, a predominância de empresas do setor Farmacêutico. No entanto, cabe observar a presença não desprezível de empresas de Equipamentos Médicos, que tem participações importantes em especial quando se consideram as patentes.

Tabela 4. Empresas do CEIS presentes entre as Top 2000 maiores em Gastos em P&D. Abertura por setor NACE, 2016

Setor NACE	Empresas	%	Gasto em P&D (milhões de Euros)	%	Patentes	%
2110 Produtos Farmacêuticos Básicos	17	5,0	2.199	1,5	887	3,7
2120 Preparações Farmacêuticas	209	61,5	129.517	88,1	15.676	65,4
2650 Eq. Irradiação e Eletroterapêuticos	13	3,8	3.472	2,4	1.896	7,9
3250 Eq. Médico	42	12,4	7.102	4,8	4.634	19,3
7211 P&D em Biotecnologia	59	17,4	4.716	3,2	873	3,6
Total Geral	340	100,0	147.006	100,0	23.966	100,0

Fonte: JRC-OECD COR&DIP© Database. Elaboração própria.

4.1.2 PATSTAT

4.1.2.1 Escolhas metodológicas

Quando os pedidos de patente para uma mesma invenção são depositados em vários países, o depósito simultâneo implica uma série de retrabalhos para o requerente – tendo em vista as traduções e os ajustes exigidos por cada escritório. Por isso, o Tratado de Cooperação de Patentes (PCT, na sigla em inglês), administrado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), permite que a proteção patentária de uma invenção seja requerida, simultaneamente, em diversos países, por intermédio de um único depósito chamado “Depósito Internacional de Patente”. Não obstante, a Convenção de Paris prevê um sistema de prioridade (Artigo 4 (A) a (I)), que garante o direito de uma pessoa que depositou um pedido de patente em um dos países membros

da convenção receber o mesmo tratamento que na data em que o pedido foi originalmente depositado. Além das duas formas descritas, é possível que um requerente opte ainda pela requisição simultânea da proteção em diferentes escritórios, o que inclui os pedidos em escritórios nacionais fora do Acordo de Paris, assim como é possível que pedidos realizados em um determinado escritório sejam recombinaados em um único pedido depositado em outro escritório.

Considerar a família, definida pela prioridade em comum, como descrito anteriormente, faz com que se evite contar várias vezes a mesma invenção (família simples), ou invenções relacionadas à mesma tecnologia (família expandida), mas submetidas em diferentes escritórios. Nesta seção, na análise dessa base de dados, a escolha metodológica foi usar a patente prioritária, identificada a partir da família simples:

1. Se houver um pedido PCT que tenha sido apresentado na data de pedido mais antiga, então o `appln_id` deste pedido PCT é considerado o `earliest_filing_id`.
2. Caso contrário: Se houver 1 ou mais prioridades da convenção de Paris que foram arquivadas na data de inscrição mais antiga, a prioridade da convenção de Paris com o menor `appln_id` será considerada o `earliest_filing_id`.
3. Caso contrário: o pedido que foi apresentado na data de pedido mais antiga com o menor `appln_id` será considerado.

Em síntese, definiu-se um grupo de todos os depósitos que estão diretamente vinculados a um depósito específico e, em seguida, elegeu-se como unidade de análise, nessa ordem, o pedido PCT, o depósito "mais antigo" com menor `appln_id` entre as prioridades da convenção de Paris e o depósito "mais antigo" com o menor `appln_id` de uma família simples.⁵³ A razão para tal escolha é a possibilidade de indicar o ano mais próximo da data de invenção, assim como o primeiro escritório em que o depósito foi feito. Dessa forma, não somente evita-se a dupla contagem, como garante-se que a unidade de análise se mantenha sempre a mesma.

Em suma, os dados utilizados nesse relatório são aqueles disponibilizados pelo EPO por meio do PATSTAT. Foram eliminadas as patentes artificiais e filtrados os depósitos do tipo A, patentes, e W, referentes aos depósitos na fase internacional. Foram considerados os anos entre 2000 e 2017 – tendo em vista considerar o período mais

⁵³ Os passos um e dois são identificados na própria base de dados, enquanto o terceiro passo foi executado durante a manipulação dos dados da pesquisa.

recente e o intervalo entre a solicitação e o registro do pedido.⁵⁴ A partir desta base de dados foram filtrados aqueles pedidos cujo a CPC, ou seja, o sistema de classificação do EPO/USPTO, é identificado como referente à uma tecnologia da indústria 4.0 – sendo tal classificação baseada na proposta metodológica discutida anteriormente neste trabalho.

Ou seja, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, com base em palavras-chave da indústria 4.0 identificadas a partir de Gadelha (2021). Como EPO (2007) propõe uma classificação preliminar de tais tecnologias, privilegiou-se a utilização do CPC. Quando os artigos coletados utilizavam o IPC, foi realizada a devida correspondência com base na tabela de concordância de janeiro de 2022.⁵⁵ Caso o artigo utilizasse outra classificação, como a japonesa, este foi desconsiderado. Caso a referência fosse apenas à seção, classe ou subclasse, havendo outro trabalho que fizesse menção a um maior detalhamento, privilegiou-se os códigos com o maior número de dígitos. Ademais, sempre que a referência fosse feita ao grupo principal do IPC com múltiplas correspondências no CPC, todos os subgrupos do CPC correspondentes foram considerados. Portanto, foram considerados subgrupos indicados ou na literatura sistematizada ou na tabela de correspondência. O Quadro 13 sintetiza as variáveis analisadas e os objetivos com os quais se realizou tal análise.

Quadro 13 – Variáveis analisadas

Objetivo	Variável
Entender a evolução tecnológica	Data de depósito mais antiga
Identificar países líderes, depositantes e inventores	Escritório da patente prioritária, países dos depositantes e inventores
Identificar a fronteira tecnológica (indústria 4.0)	Classificação Cooperativa de Patentes (CPC)
CEIS 4.0	Campos Tecnológicos

Fonte: Elaboração própria.

4.1.2.2 Análise dos Resultados

As patentes são reconhecidas como uma boa proxy da crescente importância dos ativos intangíveis na geração de valor. Não obstante, são um bom indicativo da centralidade

⁵⁴ Explicado pelo período de sigilo dos dados e pelo tempo necessário para a divulgação das informações pelos próprios escritórios.

⁵⁵ Mudanças intertemporais, portanto, foram desconsideradas, razão pela qual nem todos os códigos foram encontrados na lista de correspondência IPC-CPC. Na base de dados desta pesquisa há apenas 18 potenciais CPCs reclassificados (não encontrados).

da indústria 4.0 em diferentes subsistemas. Na indústria farmacêutica, por exemplo, em geral, o P&D é o investimento de maior importância na fase de desenvolvimento do produto, enquanto as marcas se destacam como intangíveis estratégicos na fase de comercialização – afinal, são determinantes da estratégia de marketing e, associadamente, do aumento ou da manutenção da participação de mercado (KAYO, et al., 2006). As patentes, por sua vez, se destacam tanto na fase exploratória da tecnologia, sendo então indispensáveis para análise da trajetória inovativa, quanto na fase de comercialização.

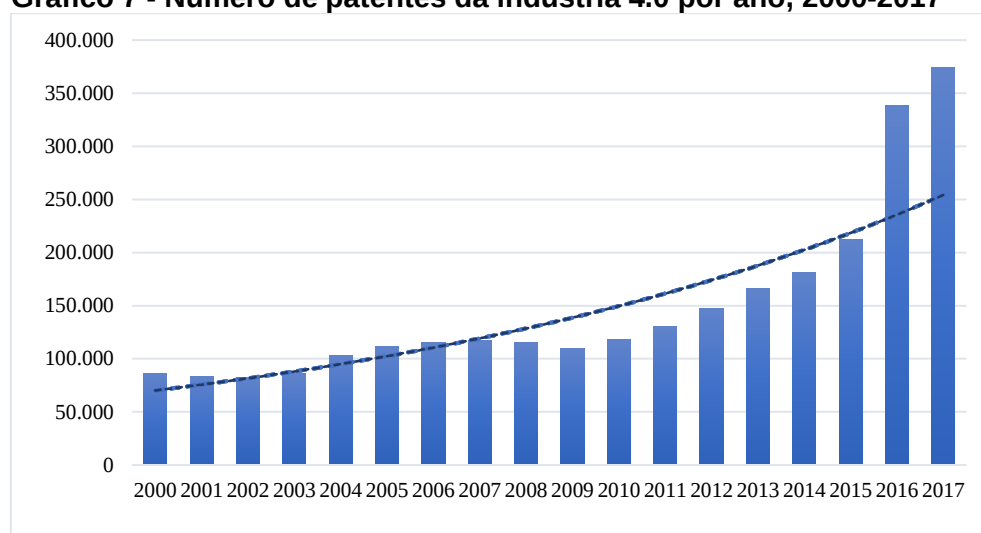
Utilizando como exemplo o setor farmacêutico, Mazzucato (2018) destaca que, atualmente, busca-se patentear diversas etapas do desenvolvimento dos produtos e não apenas o produto final. Em outras palavras, patenteia-se o conhecimento por trás dos produtos, de forma a bloquear concorrentes que buscam seguir caminhos de pesquisa semelhantes (MAZZUCATO, 2018). Ademais, as empresas farmacêuticas têm se dedicado cada vez mais ao desenvolvimento de *me-too drugs*, produtos similares a outros que já estão no mercado, embora contenham pequenas modificações em suas fórmulas, o que torna possível pleitear novas patentes, garantindo uma extensão do período de monopólio daquela tecnologia por parte da empresa (BUSFIELD, 2003).⁵⁶ Ou seja, dentro do processo de financeirização, o registro de patentes passou a ser parte da estratégia competitiva das empresas e não simplesmente uma forma de proteger inovações.

Deste modo, há evidências de uma reorganização do complexo, com o acesso à informação sendo cada vez mais importante. Além disso, é notória a flexibilidade dos grandes grupos internacionais em buscar oportunidades nos subsistemas mais dinâmicos do CEIS, em particular nos ligados à indústria 4.0 – tendo em vista o seu potencial de valorização. Nesse contexto, como um primeiro passo, este trabalho analisa as patentes da indústria 4.0, assim como busca identificar aquelas relacionadas ao CEIS, para então avaliar a distribuição global desses ativos, identificando os desafios colocados para os países em desenvolvimento.

⁵⁶ A busca por *me-too drugs* é mais expressiva em dois momentos: (i) quando a firma possui uma patente prestes a expirar, o que a leva a fazer pequenas modificações em seus produtos para afastar a entrada de produtores genéricos e continuar comercializando seu medicamento sob a mesma marca; e (ii) quando a firma busca fazer modificações incrementais em medicamentos de sucesso desenvolvidos por alguma concorrente (GANUZA et al., 2009).

O Gráfico 7 demonstra a trajetória de patenteamento das tecnologias da indústria 4.0 no decorrer do período analisado.⁵⁷ Como era de se esperar, os depósitos se concentram no período recente e crescem a taxa exponencial. Ou seja, trata-se de tecnologias emergentes – no sentido de terem se tornado, nos últimos anos, tecnologias de interesse crescente, o que é expresso por um intenso processo de patenteamento, principalmente nos anos finais da série. Um ponto a ser destacado é inflexão observada no período de crise econômica global, observada a partir de 2009 devido à defasagem entre a invenção e o depósito referente à mesma.

Gráfico 7 - Número de patentes da indústria 4.0 por ano, 2000-2017



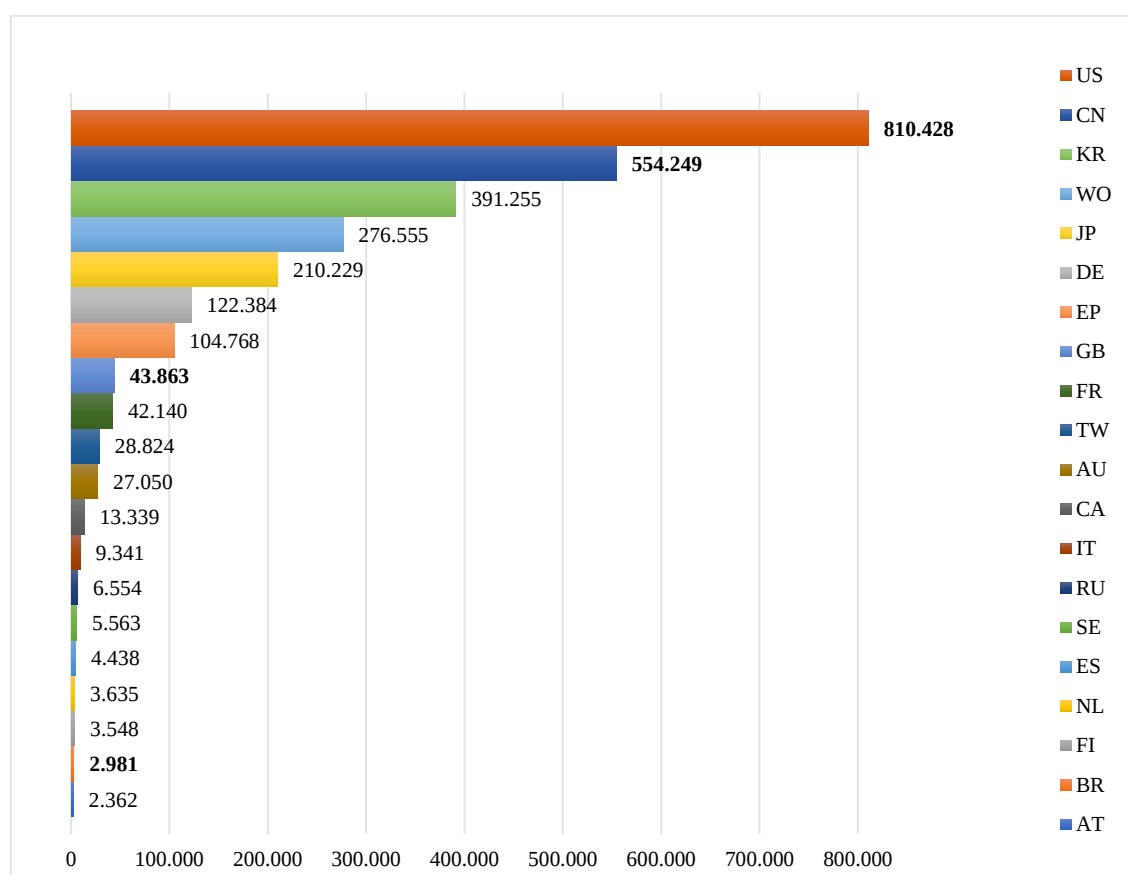
Fonte: PATSAT. Elaboração própria.

Adicionalmente, os dados foram agregados por escritório (Gráfico 8). Em geral, o país em que é realizado o depósito era um bom indicativo da nacionalidade do inventor. Tal cenário, no entanto, vem se alterando num contexto cada vez mais globalizado, de modo que, crescentemente, o primeiro depósito responde a razões estratégicas, por exemplo, o primeiro mercado em que se deseja comercializar a nova tecnologia. A análise dos dados por escritório, portanto, figura como meio preliminar de identificação dos países onde a propriedade desse conhecimento foi inicialmente solicitada. Tais informações foram então analisadas em conjunto, indicando onde está o conhecimento a respeito da indústria 4.0 nos últimos dez anos, tendo em vista avaliar a tendência dos depósitos por escritório (Tabela 5).

⁵⁷ Os dados foram agregados por ano com base na variável `earliest_filing_year`, referente ao primeiro documento relacionado à invenção.

As patentes da indústria 4.0, de fato, concentram-se no escritório norte-americano, nos asiáticos e europeus. Estados Unidos e China são os escritórios que mais concentram depósitos, ainda que haja uma diferença expressiva entre os dois países. O que chama atenção, no entanto, é a taxa de crescimento dos depósitos realizados na China. Considerando os últimos dez anos, a taxa de crescimento dos depósitos no Estados Unidos foi de 4%, enquanto no Brasil foi 28%. Na Rússia essa taxa chegou a 45% enquanto na China o número de depósito aumentou, aproximadamente, 71 vezes.⁵⁸ Outro ponto a se destacar é a relativa inexpressividade do escritório indiano, o que não necessariamente implica a inexpressividade do país na área, mas talvez a estratégia dos depositantes globais de não priorizar o depósito no escritório deste país.

Gráfico 8 – Número de patentes da indústria 4.0 por escritório onde foi realizado o depósito da patente prioritária, 2000-2017



Fonte: PATSAT. Elaboração própria.

Nota: Países e organizações presentes no gráfico: **US** – Estados Unidos da América, **CN** – China, **KR** – República da Coreia, **WO** – Organização Mundial da Propriedade

⁵⁸ Deve-se notar, no entanto, que nesta seção não é realizado nenhum tratamento dos dados no sentido de serem consideradas apenas patentes de maior valor, por exemplo, as depositadas em mais de um escritório.

Intellectual (WIPO), **JP** – Japão, **DE** – Alemanha, **EP** - Organização Europeia de Patentes (EPO), **GB** – Reino Unido, **FR** – França, **TW** – Taiwan, **AU** – Austrália, **CA** - Canadá, **IT** – Itália, **RU** – Federação Russa, **SE** – Suécia, **ES** – Espanha, **NL** – Holanda, **FI** – Finlândia, **BR** - Brasil, **AT** – Áustria.

Tabela 5 – Número de patentes da indústria 4.0 por escritório e ano, 2008-2017

País	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
AT	132	150	141	107	148	158	193	212	214	176
AU	408	413	275	190	196	161	116	143	119	129
BR	50	50	68	102	137	229	308	331	321	460
CA	415	433	418	437	448	417	424	515	497	460
						19.34	31.54	72.40	181.49	210.29
CN	2.949	4.106	4.762	5.645	8.531	4	6	4	7	6
DE	6.253	5.865	6.310	6.378	6.661	7.047	7.937	8.612	9.441	9.923
EP	6.988	7.381	6.825	4.295	5.868	6.561	7.516	6.862	5.346	6.306
ES	366	347	341	338	283	271	267	266	279	247
FI	170	185	196	176	163	142	128	115	163	178
FR	2.253	2.095	2.273	2.384	2.531	2.620	2.891	2.863	3.048	2.968
GB	2.022	1.830	1.994	2.250	2.731	2.880	2.989	2.819	2.836	2.912
IT	446	721	743	774	843	868	6	670	1.102	923
	11.72	10.68	11.80	12.27	12.80	12.69	12.63	12.77		
JP	9	8	3	8	8	3	9	0	13.594	14.855
	23.46	23.34	24.32	25.35	27.28	29.06	29.10	12.86		
KR	1	8	1	4	4	9	6	9	22.187	23.860
NL	204	204	149	181	192	192	187	222	209	192
RU	61	54	112	97	201	227	396	1.271	1.865	1.772
SE	190	191	260	208	278	259	338	325	360	362
TW	1.942	1.954	2.040	2.160	2.333	2.192	1.873	1.689	1.782	1.886
	42.81	38.06	40.11	44.94	52.85	56.61	55.49	56.11		
US	4	0	6	2	5	0	3	9	58.007	59.174
	11.42	11.33	14.53	21.49	21.89	22.99	25.79	30.04		
WO	0	7	6	1	3	7	9	9	34.264	35.693

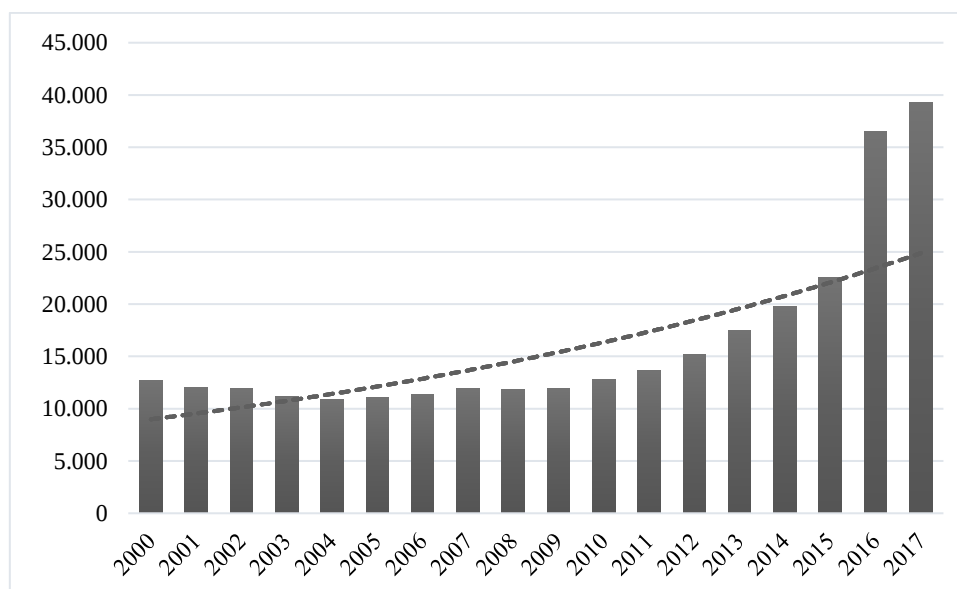
Fonte: PATSAT. Elaboração própria.

Para fins do que se pretende analisar nessa pesquisa, propôs-se, adicionalmente, uma metodologia exploratória para identificar as patentes do CEIS entre as patentes da indústria 4.0. Isso porque, pretende-se avaliar a concentração internacional e de propriedade daquelas patentes cujo conhecimento possui maior potencial de geração de valor. Ou seja, a fronteira tecnológica dos subsistemas do CEIS com maior potencial de geração de valor estaria no CEIS 4.0. Nesse primeiro momento, recorreu-se aos campos tecnológicos relacionados ao CEIS, ou seja, classificou-se os códigos da indústria 4.0, obtidos pela metodologia desenvolvida neste trabalho, em campos tecnológicos, para então avaliar mais detidamente aqueles códigos da indústria 4.0

pertencentes aos campos relacionados ao CEIS (vide Quadro 11). Do total de 3,6 milhões de patentes da indústria 4.0 analisadas, 2,6 milhões possuíam identificação do campo tecnológico, sendo 294 mil pertencentes ao CEIS 4.0 (11,1%).

Desse modo, os dados apresentados anteriormente foram recalculados, agora para uma amostra de patentes do CEIS 4.0. O Gráfico 9 demonstra a trajetória de patenteamento no decorrer do período analisado. Como para o caso da indústria 4.0, os depósitos se concentram no período recente e crescem a taxa exponencial (7% nesse caso, contra 9% para o caso da indústria 4.0).

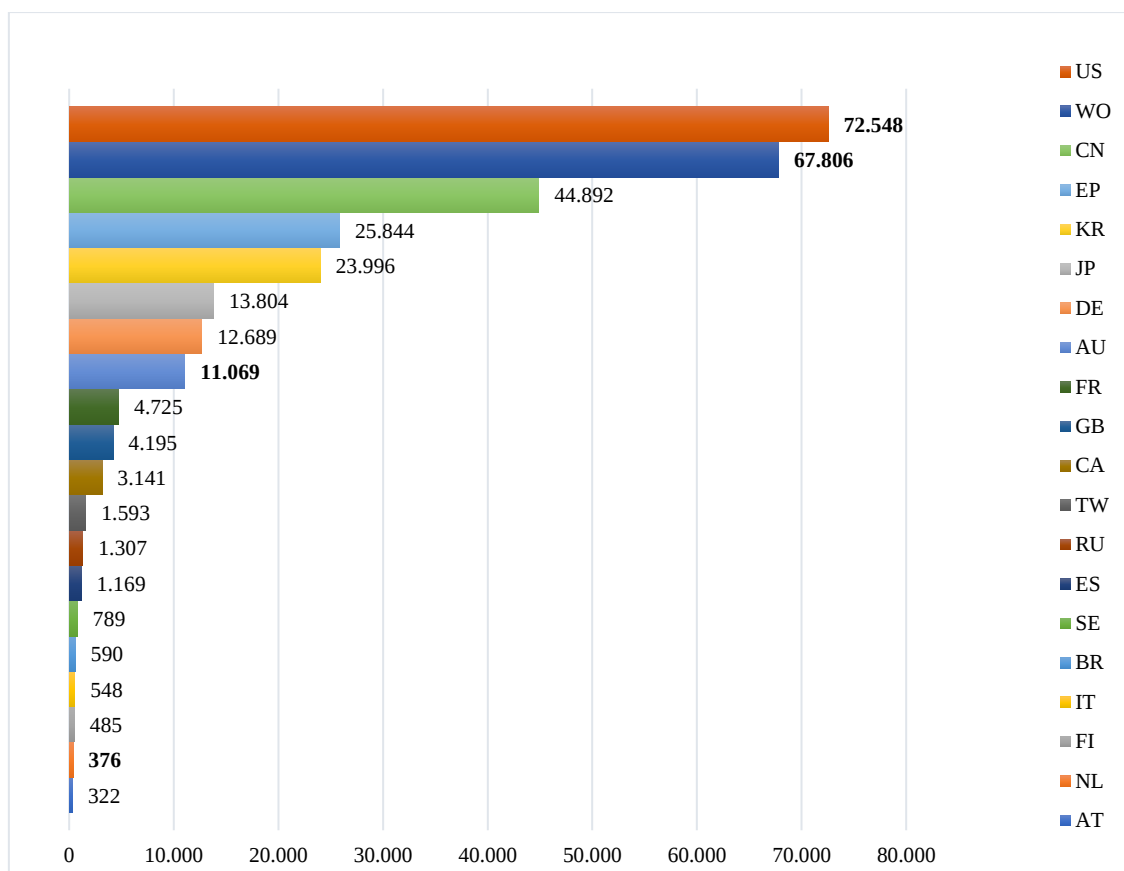
Gráfico 9 - Número de patentes do CEIS 4.0 por ano, 2000-2017



Fonte: PATSAT. Elaboração própria.

Os resultados são também semelhantes no que tange à contagem de patentes por escritório (Gráfico 10). Os mesmo vinte países são líderes no patenteamento de tecnologias da indústria 4.0 relacionadas aos campos tecnológicos do CEIS. A diferença, pouco expressiva, se dá no ordenamento – os Estados Unidos se mantêm líder, enquanto o Brasil salta da 18ª posição para a 15ª posição no ranking global. China, Rússia e Brasil novamente se destacam entre os países com as maiores taxas de crescimento dos depósitos, ainda que Estados Unidos, Coreia, Japão e Alemanha tenham um elevado patamar de patenteamento.

Gráfico 10 – Número de patentes do CEIS 4.0 por escritório onde foi realizado o depósito da patente prioritária, 2000-2017



Fonte: PATSAT. Elaboração própria.

Nota: Países e organizações presentes no gráfico: **US** – Estados Unidos da América, **WO** – Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO), **CN** – China, **EP** – Organização Europeia de Patentes (EPO), **KR** – República da Coreia, **JP** – Japão, **DE** – Alemanha, **AU** – Austrália, **FR** – França, **GB** – Reino Unido, **CA** – Canadá, **TW** – Taiwan, **RU** – Federação Russa, **ES** – Espanha, **SE** – Suécia, **BR** – Brasil, **IT** – Itália, **FI** – Finlândia, **NL** – Holanda, **AT** – Áustria.

A Tabela 6 indica os países que mais patentearam no desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao CEIS 4.0, mas agora considerando o país de origem dos depositantes e dos inventores. O cenário se altera bastante quando considerado não o escritório, mas o depositante. Apesar de os Estados Unidos permanecerem como líder, a China perde posições, ou seja, as instituições chinesas não se destacam nesse caso. Outra diferença em relação à análise por escritório é a perda da posição relativa do Brasil, que passa a ocupar a 26ª posição, enquanto Índia passa a constar no ranking. Complementarmente, analisou-se os inventores, tendo o resultado sido muito semelhante ao dos depositantes. Em síntese, são encontrados indícios de que empresas internacionais vêm depositando crescentemente no escritório chinês. Em contrapartida, o mesmo não é observado para

o caso indiano. Os dados indicam que instituições indianas, assim como os depositantes de outras nacionalidades, não priorizam depósitos no escritório indiano – o que não significa que não haja inventores e depositantes importantes no país. Para o Brasil, assim como no caso chinês, os dados indicam que há proporcionalmente mais empresas estrangeiras depositando patentes no escritório nacional, que depositantes nacionais realizando depósitos no exterior. Fica demonstrada a distinção entre priorizar o mercado nacional para realização do depósito, talvez seguindo uma estratégia de exploração do mercado interno, e a tecnologia explorada ter origem nacional.

Tabela 6. Número de patentes do CEIS 4.0 por país do depositante e do inventor, 2000-2017 (contagem fracionada)

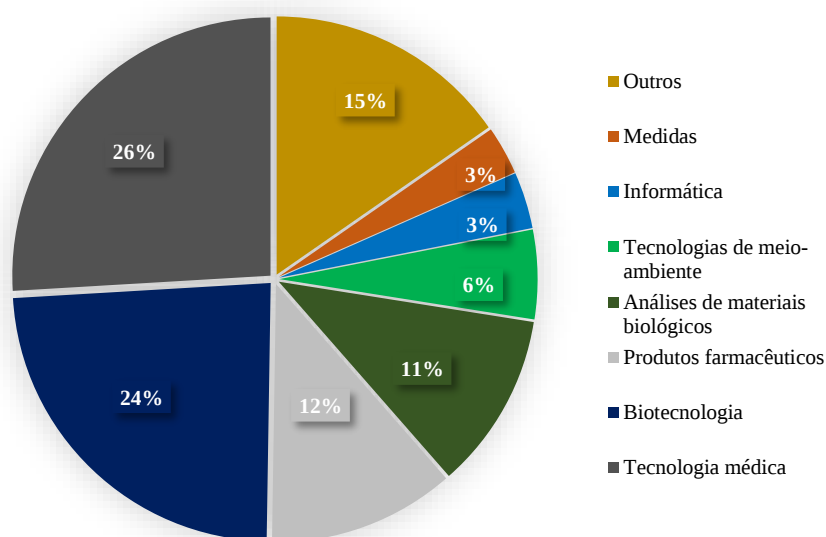
País do depositante	Σ dos Pesos	País do inventor	Σ dos Pesos
US	97.620	US	100.686
KR	25.147	KR	23.968
DE	20.210	DE	20.121
JP	14.971	JP	14.191
FR	7.879	FR	6.241
CA	5.291	CA	5.825
NL	4.897	NL	4.306
CH	4.492	GB	4.294
CN	3.704	CN	3.939
GB	3.679	IL	3.717
IL	3.348	TW	2.789
AU	2.554	CH	2.610
SE	2.502	AU	2.484
TW	2.455	SE	1.913
DK	1.923	ES	1.852
ES	1.868	DK	1.799
BE	1.545	RU	1.554
RU	1.428	BE	1.540
IT	1.175	IN	1.534
IN	1.130	IT	1.365

Fonte: PATSAT. Elaboração própria.

Nota: Cada patente pode pertencer, simultaneamente, a mais de um campo tecnológico. São então atribuídas uma porcentagem de participação em cada campo. Por exemplo, uma mesma patente pode ter 50% de participação em um campo tecnológico e 50% em outro. A contagem fracionada considera 0,5 e não 1. Vale notar que o aumento do valor da soma pode ser atribuído tanto ao aumento do número de patentes em um campo quanto ao aumento do peso daquele campo tecnológico no conjunto de patentes. A opção que se faz nesta pesquisa dá maior importância ao último caso.

O Gráfico 11 mostra os principais campos tecnológicos das patentes do CEIS 4.0 – identificadas a partir da Classificação Cooperativa de Patentes (CPC). Foram eliminados aqueles campos nos quais a participação era inferior à 3% (reunidos em outros, mas explicitados individualmente no Quadro 14). Como se pode observar, a maioria pertence à tecnologia médica e a biotecnologia. No entanto, também é observada a presença de patentes, em ordem crescente, nos seguintes campos: medidas, informática, tecnologia de meio-ambiente, análise de materiais biológicos e produtos farmacêuticos.

Gráfico 11 – Participação de cada campo tecnológico entre as patentes prioritárias do CEIS 4.0, 2000-2017 (contagem fracionada)



Fonte: PATSAT. Elaboração própria.

Quadro 14 – Participação dos campos tecnológicos relacionados ao CEIS entre as patentes prioritárias do CEIS 4.0, 2000-2017 (contagem fracionada)

Número	Campo tecnológico	∑ dos Pesos
11	Análise de materiais biológicos	11,1%
13	Tecnologia médica	25,9%
14	Química orgânica fina	2,0%
15	Biotecnologia	23,8%
16	Produtos Farmacêuticos	11,7%
22	Tecnologia de microestruturas e nanotecnologia	0,6%
24	Tecnologia de meio ambiente	5,6%

Fonte: WIPO Statistics Database. Elaboração própria.

Vale mencionar que a dificuldade na identificação de patentes relacionadas à nanotecnologia, especificamente, é validada na análise dos resultados. Apesar da importância dessa tecnologia, ela tem menor participação entre as patentes do CEIS 4.0; muito provavelmente, devido aos critérios de classificação, à diferenciação e à interrelação entre essa tecnologia e a biotecnologia, o que justifica a importância da biotecnologia não apenas entre as patentes do CEIS 4.0, mas entre as patentes da indústria 4.0 como um todo.

Por fim, tendo sido identificadas as patentes do CEIS 4.0, foram definidas as dez principais classes de patentes no decorrer dos triênios da série de modo a avaliar possíveis mudanças na direção da atividade inventiva. Ao todo são apenas 24 códigos que se revezam nas primeiras colocações. Considerando o nível do grupo os 24 códigos se limitam a 14, enquanto os códigos que aparecem mais de três vezes se limitam à 6. O CPC A61K38/00 figura na primeira em todos os triênios entre 2000 e 2014, mas o CPC C02F3/34 aparece na primeira colocação no triênio 2015-2017 – apesar de não ter aparecido em nenhum ranking antes de 2016 e 2017 e então aparecer na primeira colocação desses anos. O Quadro 15 explicita a que seção, classe, subclasse e grupo pertencem os seis códigos com maior frequência no ranking dos principais CPCs do CEIS 4.0 no período.

Quadro 15 – Ranking dos CPCs do CEIS 4.0 com maior número de depósitos, por triênio

2000-2002	2003-2005	2006-2008	2009-2011	2012-2014	2015-2017
A61K38/00	A61K38/00	A61K38/00	A61K38/00	A61K38/00	C02F3/34
A61K48/00	A61K48/00	A61B5/1453 2	G01N33/689 3	C12N15/113	A61K38/00
A61K39/00	A61B5/1453 2	G01N33/689 3	C12N15/113	G06T7/0012	G01N33/68
C12N15/86	G01N33/689 3	C12N15/113	A61B5/1453 2	G01N33/689 3	C12N15/11 3
C12N15/850 9	A61K39/00	A61B34/20	G06T7/0012	A61B5/0022	A61K36/00
G01N33/689 3	B82Y10/00	A61B5/0002	C12N15/11	G01N33/68	C12N15/86
C07K14/470 2	C12N15/86	A61K39/00	B82Y10/00	A61K36/00	C12N15/70
C12N15/113	A61B34/20	B82Y10/00	A61B5/0002	C12N15/11	G06T7/001 2
A61B5/0002	A61B5/0002	A61K48/00	A61B34/20	A61B5/1453 2	A61B34/20
G01N33/689 6	G01N33/689 6	G06T7/0012	F01N9/002	C12N15/09	C12N9/22

Fonte: PATSAT. Elaboração própria.

Quadro 16 – Identificação da seção, classe, subclasse e grupo pertencem dos CPCs do CEIS 4.0 com maior frequência no período

CPC	Seção	Classe	Subclasse	Grupo
A61K38	Human necessities	Medical or veterinary science; hygiene	Preparations for medical, dental, or toilet purposes	Medicinal preparations containing peptides
C02F3	Chemistry; metallurgy	Treatment of water, waste water, sewage, or sludge	Treatment of water, waste water, sewage, or sludge	Biological treatment of water, waste water, or sewage
G01N33	Physics	Measuring; testing	Investigating or analysing materials by determining their chemical or physical properties	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by groups
C12N15	Chemistry; metallurgy	Biochemistry; beer; spirits; wine; vinegar; microbiology; enzymology; mutation or genetic engineering	Microorganisms or enzymes; compositions thereof; propagating, preserving, or maintaining microorganisms; mutation or genetic engineering; culture media	Mutation or genetic engineering; dna or rna concerning genetic engineering, vectors, e.g. Plasmids, or their isolation, preparation or purification; use of hosts therefor
A61B5	Human necessities	Medical or veterinary science; hygiene	Diagnosis; surgery; identification	Measuring for diagnostic purposes; identification of persons
A61B34	Human necessities	Medical or veterinary science; hygiene	Diagnosis; surgery; identification	Computer-aided surgery; manipulators or robots specially adapted for use in surgery
G06T7	Physics	Computing; calculating; counting	Image data processing or generation, in general	Image analysis

Fonte: PATSAT. Elaboração própria.

CONCLUSÃO

A primeira parte deste trabalho voltou-se à análise das experiências de países selecionados, dando especial foco tanto a configuração do arranjo institucional evidenciado em cada um deles quanto aos efeitos deste último sobre a estrutura dos sistemas de saúde. Ficou clara a presença de assimetrias importantes em termos de capacidade inovativa, poderio financeiro das corporações nacionais e acesso universal à saúde.

Os Estados Unidos apresentam um protagonismo. A ênfase dada neste relatório foi a de que o sucesso estadunidense se vincula à constituição de um ecossistema inovativo muito funcional. Ainda que se observem contradições muito importantes – como os efeitos da financeirização nos gastos em P&D e nos preços dos medicamentos e no precário sistema de saúde do país –, é inegável que o modelo do país apresenta virtudes em relação aos setores do CEIS 4.0, em especial em propiciar uma forte interação entre os agentes e um ambiente permeado pela concorrência.

No Reino Unido, no bojo de um fortalecimento do debate sobre a centralidade da indústria, a resposta parece ir no sentido da apropriação dos ensinamentos do caso norte-americano: a constituição de uma infraestrutura funcional ao aumento da inovação no país, mirando os setores mais inovativos. Destaca-se a ascensão no país de uma nova concepção de política industrial: ao invés da noção tradicional, focada em setores (sobretudo de maior dinamismo tecnológico), o foco é na resposta de questões sociais concretas, a partir do conceito de “mission-oriented”.

O caso indiano fornece lições importantes sobre a importância da constituição de uma base científica robusta (numa perspectiva de longo prazo) e no uso pragmático da legislação de patentes para promover setores estratégicos. Ainda que apresente limitações em relação ao seu sistema de saúde e a um ambiente com maior interação “extramuro”, a Índia é um inegável caso de sucesso na detecção de nichos de mercado, que paulatinamente aumentaram a densidade inovativa.

A China apresenta uma trajetória de longo prazo de *catching up*. No período recente, essa estratégia está centrada na construção de um país movido pela inovação. Os setores do CEIS 4.0 têm uma forte participação nesse processo. Isso vem se tornando ainda mais relevante com a percepção, por parte do Estado, de que o desenvolvimento futuro do país passa pela correção de assimetrias acumuladas do forte crescimento pretérito: desigualdades regional e de renda, e acesso a serviços de saúde.

O Brasil apresenta algumas similaridades aos casos estudados: a) possui um sistema de saúde público capilarizado e com grande potencial de promoção de políticas públicas (tal qual o NHS do Reino Unido); b) apresenta no setor de genéricos uma indústria importante (tal como o caso indiano).

No entanto, embora ao longo dos anos 2000 tenha sido evidenciada uma volta de políticas industriais mais ativas, no período mais recente, a trajetória brasileira diverge da apontada, sobretudo para Estados Unidos, Reino Unido e China. Enquanto nesses países, há um claro direcionamento em direção do ressurgimento da indústria e dos setores do CEIS 4.0 como promotores do desenvolvimento socioeconômico, no Brasil, esse debate vem perdendo força.

O entendimento aprofundado das mudanças ocorridas no regime de acumulação contemporâneo requer que se considere não somente o papel desempenhado pela institucionalidade da política pública, mas também as prioridades de investidores tanto na definição das estratégias dos grandes conglomerados globais quanto, e associadamente, na influência exercida pelos mesmos sobre a configuração do CEIS e o próprio desenvolvimento socioeconômico nacional. A busca por novos espaços de valorização do capital faz com que o capital financeiro buscasse oportunidades nos subsistemas mais dinâmicos do CEIS, em particular naqueles relacionados à indústria 4.0. Tal dinâmica vem implicando uma reorganização do complexo na qual o acesso às informações ganha importância crescente.

Nesse contexto, a partir dois desta pesquisa teve foco metodológico. Os gastos em P&D e as patentes foram eleitos centro da abordagem metodológica diante do reconhecimento da crescente importância dos ativos intangíveis na geração de valor, do aumento da importância da indústria 4.0 no âmbito do CEIS, e das desigualdades existentes entre o centro e a periferia. Ou seja, partou-se da hipótese de que os ativos intangíveis são centrais no processo de acumulação no âmbito corporativo, figurando como um dos fatores mais importantes, senão o mais relevante, da criação de valor para os acionistas.

Em diferentes setores, mas em particular no CEIS, é notória a importância do conhecimento na dinâmica de valorização do capital. Tal importância se faz perceber não apenas na rentável dinâmica inovativa da indústria farmacêutica, mas também na pervasividade entre os diferentes setores econômicos, principalmente entre a indústria 4.0 e os subsistemas do CEIS. O setor de serviços, por exemplo, tem como ativos estratégicos: a informação coletada de pacientes e armazenada em nuvens, e a inteligência artificial, que assume importância crescente em processos de triagem e

diagnóstico, com efeitos importantes sobre a ampliação do acesso universal à saúde. Por esse motivo, foi proposta uma forma de identificação das patentes do CEIS entre as patentes da indústria 4.0, visando assim analisar a dinâmica global da propriedade de ativo ligados aos subsistemas mais dinâmicos do CEIS.

Uma vez que esse conhecimento se concentra em determinados países e nas mãos de determinados agentes, amplia-se a desigualdade internacional entre centro e periferia, colocando o tema no centro da discussão moderna sobre o desenvolvimento socioeconômico em um cenário crescentemente financeirizado. Grandes *asset managers*, caracterizados pela elevada liquidez e rentabilidade, atuam no mercado em busca de uma rápida valorização dos seus recursos, definindo estratégias que vão desde o investimento em títulos públicos de países periféricos, passam por F&A, muitas vezes motivadas pelo acesso ao conhecimento, chegando em áreas ainda pouco exploradas comercialmente, como algumas relacionadas à indústria 4.0.

Essa pesquisa, como salientado no decorrer da discussão realizada neste relatório têm caráter exploratório, tendo uma das suas principais finalidades vislumbrar frentes para aprofundamento do estudo do processo de financeirização no CEIS e de seus impactos sobre a formulação da política pública e, associadamente, o papel desempenhado pelo complexo no processo de desenvolvimento.

Neste sentido, lança luz para futuras pesquisas sobre o tema, em particular, explorar os indicadores da importância econômica das patentes, assim como identificar, além da nacionalidade dos inventores e depositantes, as diferentes instituições envolvidas no processo de patenteamento. Esta última iniciativa pode não somente corroborar a hipótese da concentração do conhecimento e da acumulação de valor em grandes empresas globais, o que inclusive pode ser complementado com a análise de dados econômico-financeiros consolidados, mas também indicar a importância desempenhada por instituições de ensino em pesquisa, inclusive as públicas. Outro desafio é reproduzir a metodologia desenvolvida para identificação dos códigos CPC da indústria 4.0 para o CEIS. Para tanto, pode-se utilizar o conjunto de códigos obtidos nesta pesquisa no desenvolvimento de uma abordagem mais específica que àquela possibilitada pelos campos tecnológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABADI, Hamidreza Habibollahi Najaf; PECHT, Michael. Artificial intelligence trends based on the patents granted by the United States patent and trademark office. **IEEE Access**, v. 8, p. 81633-81643, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2988815
- ABROL, D. et al. Building inclusive health innovation systems: lessons from India. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. suppl 2, 2016.
- AGRAWAL, R.; PRABAKARAN, S. Big data in digital healthcare: lessons learnt and recommendations for general practice. **Heredity**, v. 124, n. 4, p. 525–534, abr. 2020.
- AHN, Sang-Jin. Three characteristics of technology competition by IoT-driven digitization. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 157, p. 120062, 2020. DOI: 10.1016/j.techfore.2020.120062
- AJMERA, P.; JAIN, V. Modelling the barriers of Health 4.0—the fourth healthcare industrial revolution in India by TISM. **Operations Management Research**, v. 12, n. 3–4, p. 129–145, dez. 2019.
- ALVAREZ-MEAZA, I.; ZARRABEITIA-BILBAO, E.; RIO-BELVER, R.M.; MARTINEZ DE ALEGRIA, I.; BILDOSOLA, I. Patentometric: monitoring the scientific and technological trends of Additive Manufacturing in Medical Applications. **International Journal of Production Management and Engineering**, v. 7, Special Issue, p. 65-72, 2019. DOI: 10.4995/ijpme.2019.10789
- ANDREONI, A. Varieties of Industrial Policy: Models, Packages and Transformation Cycles. In: NOMAN, A; STIGLITZ, J. **Efficiency, Finance, and Varieties of Industrial Policy**. Columbia University Press, 2017.
- ANDREONI, A.; CHANG, H.-J.; LABRUNIE, M. Natura Non Facit Saltus: Challenges and Opportunities for Digital Industrialisation Across Developing Countries. **The European Journal of Development Research**, v. 33, n. 2, p. 330–370, abr. 2021.
- ANGUE, Katia; AYERBE, Cécile; MITKOVA, Liliana. A method using two dimensions of the patent classification for measuring the technological proximity: an application in identifying a potential R&D partner in biotechnology. **The Journal of Technology**, v. 39, n.5, p. 716-747, 2014.
- APPELBAUM, E.; BATT, R. Private Equity Buyouts in Healthcare: Who Wins, Who Loses? **Institute for New Economic Thinking Working Paper Series**, p. 1–115, 25 mar. 2020.

ARDITO, Lorenzo; D'ADDA, Diego; PETRUZZELLI, Antonio Messeni. Mapping innovation dynamics in the Internet of Things domain: Evidence from patent analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 136, p. 317-330, 2018. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.04.022

ARDITO, Lorenzo; PETRUZZELLI, Antonio Messeni; PANNIELLO, Umberto; GARAVELLI, Achille Claudio. Towards Industry 4.0: Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration. **Business Process Management Journal**, v. 2, n. 2, p. 323-346, 2019. DOI: 10.1108/BPMJ-04-2017-0088

BAHIA, L. et al. From health plan companies to international insurance companies: changes in the accumulation regime and repercussions on the healthcare system in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 32, n. suppl 2, 2016.

ATKINSON, R; EZELL, S.J.; GIDDINGS, V.; STEWART, L.; ANDES, S. Leadership in decline: assessing U.S. international competitiveness in Biomedical research. **The Information Technology and Innovation Foundation and United for Medical Research**, 2012.

BALAWAJDER, F.; SAMPSON, S.; STRATTON, T. Lessons for industrial policy from development of the Oxford/AstraZeneca Covid-19 vaccine. **Industrial Strategy Council**. March 2021.

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**, p. 1-15, 2021. DOI: 10.1080/00343404.2021.1900557

BARBER, R. M. et al. Healthcare Access and Quality Index based on mortality from causes amenable to personal health care in 195 countries and territories, 1990–2015: a novel analysis from the Global Burden of Disease Study 2015. **The Lancet**, v. 390, n. 10091, p. 231–266, jul. 2017.

BARRAGÁN-OCAÑA, Alejandro; GÓMEZ-VIQUEZ, Hortensia; MERRITT, Humberto; OLIVER-ESPINOZA, Rubén. Promotion of technological development and determination of biotechnology trends in five selected Latin American countries: An analysis based on PCT patent applications. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 37, p. 41-46, 2019. DOI: 10.1016/j.ejbt.2018.10.004

BARUFFALDI, Stefano; VAN BEUZekom, Brigitte; DERNIS, Hélène; HARHOFF, Dietmar; RAO, Nandan; ROSENFELD, David; SQUICCIARINI, Mariagrazia. Identifying

and measuring developments in artificial intelligence: Making the impossible possible. **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, 2020/05. DOI: 10.1787/5f65ff7e-en.

BASTOS, P. P. Z. Por uma economia política estruturalista (parte 1): o corpo teórico da “Escola de Campinas” e a origem dos capitalismos. **Texto para Discussão Unicamp**, 360. 2019.

BASTOS, P. P. Z. Tardio, desigual e combinado: a origem do projeto intelectual da Escola de Campinas e a contribuição de Maria da Conceição Tavares. In Fucidji, J. R. (org). **As Narrativas de Clio: ensaios de interpretação histórica e metodológica**. Curitiba : CRV | Campinas, SP: Unicamp. IE, 2021. 304 p. (Coleção Centros e Núcleos)

BATISTA DA SILVA, E.; RAMALHO DE SOUZA, P. A.; NADER, R. Tendências no âmbito da internet das coisas: um estudo patentário. **Innovar**, v. 31, n. 81, p. 49-60, 2021. DOI: 10.15446/innovar.v31n81.95572

BENASSI, Mario; GRINZA, Elena; RENTOCCHINI, Francesco. The rush for patents in the Fourth Industrial Revolution. **Journal of Industrial and Business Economics**, v. 47, n. 4, p. 559-588, 2020. DOI: 10.1007/s40812-020-00159-6

BERGER, S. **Making in America: from innovation to market**. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2013.

BLOCK, F. Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United States. **Politics & Society**, v. 36, n. 2, p. 169–206, jun. 2008.

BOURELL, D. L.; ROSEN, D. W.; LEU, M. C. The Roadmap for Additive Manufacturing and Its Impact. **3D Printing and Additive Manufacturing**, v. 1, n. 1, p. 6–9, mar. 2014.

BRAGA, J. C. S. **A temporalidade da riqueza**. 409f. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1985

BRAGA, J. C. S. Financeirização global: o padrão sistêmico da riqueza do capitalismo. In: FIORI, J. L.; TAVARES, M. C. (Ed.). **Poder e dinheiro: uma economia política da globalização**. São Paulo: Vozes, p.195-242, 1997.

BUSFIELD, J. **Globalization and the pharmaceutical industry revisited**. International Journal of Health Services, Vol. 33, No. 3, pp. 581-605, 2003.

BUTTOW, Mônica Elisa; STEINDEL, Mário. Patent application in biotechnology at subclass C12N in Brazil at the period of 2001 to 2005. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 55, p. 341-348, 2012. DOI: 10.1590/S1516-89132012000300003

CALIARI, T.; RUIZ, R. M. Brazilian pharmaceutical industry and generic drugs policy: Impacts on structure and innovation and recent developments. **Science and Public Policy**, v. 41, n. 2, p. 245–256, 1 abr. 2014.

CASSIOLATO, J.E., LASTRES, H. Sistemas de Inovação e Desenvolvimento: as implicações de política. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 1, p. 34-45, jan./mar. 2005.

CHANG, H-J.; ANDREONI, A.; KUAN, M.L; International industrial policy experiences and the Lessons for the UK. **UK Government's Foresight Future of Manufacturing Project**, 2013.

CHANG, S.-H. Technical trends of artificial intelligence in standard-essential patents. **Data Technologies and Applications**, v. 55 n. 1, p. 97-117. DOI: 10.1108/DTA-10-2019-0178

CHERIF, R.; HASANOV, F. The Return of the Policy That Shall Not Be Named: Principles of Industrial Policy. **IMF Working Papers**, n. 74, 2019.

CHOI, Jongmin. The rise of 3D printing and the role of user firms in the US: evidence from patent data. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 30, n. 10, p. 1195-1209, 2018. DOI: 10.1080/09537325.2018.1458979

CINTRA, M. A. M.; PINTO, E. C. China em transformação: transição e estratégias de desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, v. 37, n. 2, p. 381–400, jun. 2017.

CONSELHO DO PCCh. **Outline of the National Innovation-Driven Development Strategy**. In: <https://cset.georgetown.edu/publication/outline-of-the-national-innovation-driven-development-strategy/>, 2018.

CORDILHA, A. C.; LAVINAS, L. Transformações dos sistemas de saúde na era da financeirização. Lições da França e do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 7, p. 2147–2158, jul. 2018.

COCKBURN, I.M.; STERN, S.; ZAUSNER, J. Finding the Endless Frontier: Lessons from the Life Sciences Innovation System for Energy R&D. In: HENDERSON, R; NEWELL, R.G. **Accelerating energy innovation: insights from multiple sectors**. University of Chicago Press; Chicago, 2011.

CUI, J. et al. Determinants of Investment Timing of Government Venture Capital Guiding Funds in China. **Discrete Dynamics in Nature and Society**, v. 2021, p. 1–10, 4 ago. 2021.

CUNHA, G. F. G. E; HASENCLEVER, L. **As capacidades tecnológicas das grandes empresas farmacêuticas nacionais: o caso do Grupo FarmaBrasil**. Blucher Engineering Proceedings. **Anais...** In: IV ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA INDUSTRIAL E INOVAÇÃO. Campinas: Editora Blucher, ago. 2019. Disponível em: <<http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/33187>>. Acesso em: 12 ago. 2021

CZVETKÓ, Tímea; HONTI, Gergely; ABONYI, János. Regional development potentials of Industry 4.0: Open data indicators of the Industry 4.0. **Plos one**, v. 16, n. 4, p. e0250247, 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0250247

DAUDT, G.; WILCOX, L.D. Reflexões críticas a partir das experiências dos Estados Unidos e da Alemanha em manufatura avançada. **BNDES Setorial**, n. 44, setembro de 2016.

DAVENPORT, T.; KALAKOTA, R. The potential for artificial intelligence in healthcare. **Future Healthcare Journal**, v. 6, n. 2, p. 94–98, jun. 2019.

DELFIM, F. et al. Evaluation of Brazilian biotechnology patent activity from 1975 to 2010. **Recent Patents on DNA & Gene Sequences (Discontinued)**, v. 6, n. 2, p. 145–159, 2012. DOI: 10.2174/187221512801327424

DERNIS H., DOSSO M., HERVÁS F., MILLOT V., SQUICCIARINI M. AND VEZZANI A. **World Corporate Top R&D Investors: Innovation and IP. bundles. A JRC and OECD common report**. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2015

DERNIS H., GKOTSIS P., GRASSANO N., NAKAZATO S., SQUICCIARINI M., VAN BEUZEKOM B.,VEZZANI A. **World Corporate Top R&D investors: Shaping the Future of Technologies and of AI**. A joint JRC and OECD report. EUR 29831 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. 2019

DURAND, C.; MILBERG, W. Intellectual monopoly in global value chains. **Review of International Political Economy**, v. 27, n. 2, p. 404–429, 3 mar. 2020.

EGELIE, K. J.; GRAFF, G. D.; STRAND, S. P.; JOHANSEN, B. The emerging patent landscape of CRISPR–Cas gene editing technology. **Nature biotechnology**, v. 34, n. 10, p. 1025–1031, 2016.

EPO. **Patents and the Fourth Industrial Revolution: The inventions behind digital transformation**. Munich, DE: European Patent Office, 2017.

FAGNANI, E. Austeridade e Seguridade: a destruição do marco civilizatório brasileiro. In: ROSSI, P; DWECK, E.; OLIVEIRA, A.L.M. **Economia para poucos: impactos sociais da austeridade e alternativas para o Brasil**. São Paulo – Autonomia Lietrária, 2018.

FALCIOLA, Luca. Searching biotechnology information: A case study. **World Patent Information**, v. 31, n. 1, p. 36-47, 2009. DOI: 10.1016/j.wpi.2008.05.006

FERNANDEZ, R, &, KLINGE, T.J. **The financialization of Big Pharma** SOMO Technical Paper. 2020.

FONSECA, C. V. C.; HIRATUKA, C. **Financeirização em Países em Desenvolvimento: Notas sobre a Atuação dos Investidores Institucionais e seus Efeitos na Dimensão Microeconômica**. In: Antônio Carlos Diegues; Fernando Sarti. (Org.). **Brasil: Indústria e Desenvolvimento em um Cenário de Transformação do Paradigma Tecno-produtivo**. 1ed.: v. 1, p. 149-174, 2021.

FONSECA, E. M. DA; SHADLEN, K. C.; BASTOS, F. I. The politics of COVID-19 vaccination in middle-income countries: Lessons from Brazil. **Social Science & Medicine**, v. 281, p. 114093, jul. 2021.

FRANCO, G.H.B. A inserção externa e o desenvolvimento. **Brazilian Journal of Political Economy**, Vol. 18 No. 3 (1998), Jul-Sep / 1998.

FUJII, Hidemichi; MANAGI, Shunsuke. Trends and priority shifts in artificial intelligence technology invention: A global patent analysis. **Economic Analysis and Policy**, v. 58, p. 60-69, 2018. DOI: 10.1016/j.eap.2017.12.006

GADELHA. Carlos A. Grabois. O Complexo Econômico-Industrial da Saúde 4.0: por uma visão integrada do desenvolvimento econômico, social e ambiental. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 16, n.28, p.25-49, jan.-abr. 2021.

GADELHA, C. A. G.; TEMPORÃO, J. G. Desenvolvimento, Inovação e Saúde: a perspectiva teórica e política do Complexo Econômico-Industrial da Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 6, p. 1891–1902, jun. 2018.

GAFFNEY, D.; POLLOCK, A.M.; PRICE, D.; SHAOUL, J. The private finance initiative: NHS capital expenditure and the private finance initiative---expansion or contraction? **BMJ**, v. 319, n. 7201, p. 48–51, 3 jul. 1999.

GALBRAITH, J.K.; LU, J. Sustainable Development and the Open Door Policy in China. **A Council on Foreign Relations Paper**, 2000.

GENIESER, Lars; GOLLIN, Michael. Intellectual property issues in nanotechnology. **Journal of Commercial Biotechnology**, v. 13, n. 3, p. 195-198, 2007. DOI: 10.1057/palgrave.jcb.3050052

GITTELMAN, Michelle; KOGUT, Bruce. Does good science lead to valuable knowledge? Biotechnology firms and the evolutionary logic of citation patterns. **Management Science**, v. 49, n. 4, p. 366-382, 2003. DOI: 10.1287/mnsc.49.4.366.14420

GONZALO, M.; CASSIOLATO, J. E. A Evolução do Sistema Nacional de Inovação da Índia e seus Desafios Atuais: uma primeira leitura a partir do pensamento latino-americano. **BCP Papers**, v. 4, n. 04, maio 2016.

GROVES, P. et al. The 'big data revolution in healthcare. **Center for US Health System Reform Business Technology Reform**, 2013.

GUAN, Jiancheng; SHI, Yuan. Transnational citation, technological diversity and small world in global nanotechnology patenting. **Scientometrics**, v. 93, n. 3, p. 609-633, 2012. DOI: 10.1007/s11192-012-0706-9

GUAN, X. China's social policy: reform and development in the context of marketization and globalization. **Social Policy & Administration**, Malden, v. 34, n. 1, p. 115-130, 2000.

GUELLEC, D.; PAUNOV, C. Digital innovation and the distribution of income. **National Bureau of Economic Research**, No. w23987. 2017.

GUIMARÃES, V., PEIXOTO, F., CASSIOLATO, J.E e LASTRES, H. Convergências e complementaridades da corrente neo-schumpetrianiana com o pensamento estruturalista de Celso Furtado. In SABOIA, J. e CARDIM DE CARVALHO, F. (orgs). Celso Furtado e o século XXI. Baureri: Manole e Rio de Janeiro: IE/UFRJ. 2007.

HAN, X.; WU, Y.; ZHENG, J. **Disruptive Innovation through Digital Transformation: Multi-Sided Platforms of E-Health in China**. Singapore: Springer Singapore, 2020.

HASKEL, J.; WESTLAKE, S. **Capitalism without capital: The rise of the intangible economy**. Princeton University Press. 2018.

HIRATUKA, Celio; DIEGUES, Antônio Carlos. Desenvolvimento Industrial e Tecnológico da China e a Articulação com sua e Estratégia de Desenvolvimento. In: DIEGUES,

Antônio Carlos; SARTI, Fernando (Orgs.) **Brasil: Indústria e Desenvolvimento em um cenário de transformação do paradigma tecno-produtivo**. Curitiba: Editora CRV, 2021, p. 265-284. DOI: 10.24824/978652510956.5

HIRATUKA, C; SARTI, F; FONSECA, C. Financeirização e dinâmica produtiva e Tecnológica no ceis. In: GADELHA, C.A.G. (coord.). **Projeto desafios para o sistema Único de saúde no contexto nacional e global de transformações sociais, econômicas e Tecnológicas (CEIS 4.0)**. Relatório de pesquisa. Rio de Janeiro: CEE/Fiocruz, 2021.

HM GOVERNMENT. **Industrial Strategy: building a Britain for the future**, 2017.

HUANG, Jia-Yen. Patent portfolio analysis of the cloud computing industry. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 39, p. 45-64, 2016. DOI: 10.1016/j.jengtecman.2016.01.002

HUANG, Jia-Yen; TAN, Ke-Wei. An Extension-Based Classification System of Cloud Computing Patents. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, v. 19, n. 04, p. 1149-1172, 2020. DOI: 10.1142/S0219622020500248

HUANG, S. How can innovation create the future in a catching-up economy?: Focusing on China's pharmaceutical industry. **Journal of Knowledge-based Innovation in China**, v. 4, n. 2, p. 118–131, 29 jun. 2012.

HUANG, Zan; CHEN, Hsinchun; YIP, Alan; NG, Gavin; GUO, Fei; CHEN, Zhi-Kai; ROCO, Mihail C. Longitudinal patent analysis for nanoscale science and engineering: Country, institution and technology field. **Journal of nanoparticle research**, v. 5, n. 3, p. 333-363, 2003. DOI: 10.1023/A:1025556800994

HUNTER, B. M.; MURRAY, S. F. Deconstructing the Financialization of Healthcare. **Development and Change**, v. 50, n. 5, p. 1263–1287, set. 2019.

ILIASHENKO, O. et al. Opportunities and challenges of artificial intelligence in healthcare. **E3S Web of Conferences** 110, 2019

ISLAM, Nazrul; OZCAN, Sercan. Nanotechnology innovation system: An empirical analysis of the emerging actors and collaborative networks. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 60, n. 4, p. 687-703, 2013. DOI: 10.1109/TEM.2013.2265352

JABBOUR, E.; DANTAS, A. Sobre a China e o “socialismo de mercado” como uma nova formação econômico-social. **Nova Economia**, v. 30, n. 3, p. 1029–1051, dez. 2020.

JAFFE, D. H. et al. Health Inequalities in the Use of Telehealth in the United States in the Lens of COVID-19. **Population Health Management**, v. 23, n. 5, p. 368–377, 1 out. 2020.

JEFFERSON, O. A.; LANG, S.; WILLIAMS, K.; KOELLHOFER, D.; BALLAGH, A.; WARREN, B.; ... JEFFERSON, R. Mapping CRISPR-Cas9 public and commercial innovation using The Lens institutional toolkit. **Transgenic Research**, p. 1-15, 2021. DOI: 10.1007/s11248-021-00237-y

JUN, S. Technology analysis of artificial intelligence using Bayesian inference for neural networks. **International Journal of Engineering and Technology (UAE)**, v. 7, n. 2, p. 43-45, 2018. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.3.9965

JÜRGENS, Björn; HERRERO-SOLANA, Victor. Monitoring nanotechnology using patent classifications: an overview and comparison of nanotechnology classification schemes. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 19, n. 4, p. 151, 2017. DOI: 10.1007/s11051-017-3838-2

KAYO, E. K., KIMURA, H., MARTIN, D. M. L., NAKAMURA, W. T. **Ativos Intangíveis, Ciclo de Vida e Criação de Valor**. RAC, v. 10, n. 3, pp. 73-90, 2006.

KANTOR, L. W. NIH Roadmap for Medical Research. **Alcohol Research & Health: The Journal of the National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism**, v. 31, n. 1, p. 12–13, 2008.

KAUSHIK, A.; BASHA, B.C.; GANESAN, L. Science Technology and Innovation (STI) Policies in India: a Flashback. **Indian Scenario**. 2020.

KAYO, E. K., KIMURA, H., MARTIN, D. M. L., NAKAMURA, W. T. **Ativos Intangíveis, Ciclo de Vida e Criação de Valor**. RAC, v. 10, n. 3, pp. 73-90, 2006.

KENNEDY, J. How to Ensure That America’s Life-Sciences Sector Remains Globally Competitive. **Information Technology & Innovation Foundation**, July 2020.

KERRY, C.; DANSON, M. Open Innovation, Triple Helix and Regional Innovation Systems: Exploring CATAPULT Centres in the UK. **Industry and Higher Education**, v. 30, n. 1, p. 67–78, fev. 2016.

KHANSA, Lara; ZOBEL, Christopher W. Assessing innovations in cloud security. **Journal of Computer Information Systems**, v. 54, n. 3, p. 45-56, 2014. DOI: 10.1080/08874417.2014.11645703

KIM, Juhwan et al. Sustainable Technology Analysis of Artificial Intelligence Using Bayesian and Social Network Models. **Sustainability**, v. 10, n. 1, p. 115, 2018. DOI: 10.3390/su10010115

LAVINAS, L.; BRESSAN, L.; RUBIN, P.; CORDILHA, A.C.; The Financialization of Social Policy: An Overview. **Texto para discussão IE-UFRJ**, n. 001, 2022.

LAZONICK, W.; O'SULLIVAN, M. Maximizing shareholder value: a new ideology for corporate governance. **Economy and Society**, v. 29, n. 1, p. 13–35, jan. 2000.

LAZONICK, W. et al. Financialization of the U.S. Pharmaceutical industry. **The Academic-Industry Research Network**, p. 15, 2 dez. 2019.

LEE, Won Sang; HAN, Eun Jin; SOHN, So Young. Predicting the pattern of technology convergence using big-data technology on large-scale triadic patents. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 100, p. 317-329, 2015. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.07.022

LEUSIN, Matheus Eduardo et al. Patenting patterns in Artificial Intelligence: Identifying national and international breeding grounds. **World Patent Information**, v. 62, p. 101988, 2020. DOI: 10.1016/j.wpi.2020.101988

LI, B. (ED.). **Tutorial for Outline of the Healthy China 2030 Plan**. Singapore: Springer Singapore, 2020.

LI, Xian; ZHAO, Dangzhi; HU, Xiaojun. Gatekeepers in knowledge transfer between science and technology: an exploratory study in the area of gene editing. **Scientometrics**, v. 124, p. 1261-1277, 2020.

LIAO, Wen-Chih; TSENG, Chun-Chou. Longitudinal patent analysis for international nanotechnology development: comparison of innovative performance for the ten leading countries using patent data derived from NBER. **International Journal of Management and Enterprise Development**, v. 13, n. 2, p. 188-216, 2014. DOI: 10.1504/IJMED.2014.062553

LIN, Bou-Wen; CHEN, Chung-Jen; WU, Hsueh-Liang. Predicting citations to biotechnology patents based on the information from the patent documents. **International Journal of Technology Management**, v. 40, n. 1-3, p. 87-100, 2007. DOI: 10.1504/ijtm.2007.013528

LIU, Bai; GUO, Shuyan; DING, Bin. Technical blossom in medical care: the influence of big data platform on medical innovation. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 2, p. 516, 2020. DOI: 10.3390/ijerph17020516

LIU, D.; SZILI, E. J.; OSTRIKOV, K. (KEN). Plasma medicine: Opportunities for nanotechnology in a digital age. **Plasma Processes and Polymers**, v. 17, n. 10, p. 2000097, out. 2020.

LUONG, N.; ARNOLD, Z.; MURPHY, B. Understanding Chinese Government Guidance Funds: An Analysis of Chinese-Language Sources. **CSET Issue Brief**. 2021.

MAGEE, C. L.; KLEYN, P. W.; MONKS, B. M.; BETZ, U; BASNET, S. Pre-existing technological core and roots for the CRISPR breakthrough. **PLoS ONE**, v. 13, n.9, p. e0198541. DOI: 10.1371/journal.pone.0198541

MALLICK, Anusaya; CHANDRA SANTRA, Subhas; CHANDRA SAMAL, Alok. An Overview on Indian Patents on Biotechnology. **Recent patents on biotechnology**, v. 9, n. 3, p. 198-213, 2015. DOI: 10.2174/1872208310666160325113553

MANCILLA-DE-LA-CRUZ, Jessica; RODRIGUEZ-SALVADOR, Marisela; RUIZ-CANTU, Laura. The Next Pharmaceutical Path: Determining Technology Evolution in Drug Delivery Products Fabricated with Additive Manufacturing. **Journal of the National Research University Higher School of Economics**, v.14, n.3, p.55-70, 2020. DOI: 10.17323/2500-2597.2020.3.55.70

MARIA DE SOUZA ANTUNES, Adelaide et al. Trends in nanotechnology patents applied to the health sector. **Recent Patents on Nanotechnology**, v. 6, n. 1, p. 29-43, 2012. DOI: 10.2174/187221012798109309

MARINOVA, Dora; MCALEER, Michael. Nanotechnology strength indicators: international rankings based on US patents. **Nanotechnology**, v. 14, n. 1, p. R1, 2002. DOI: 10.1088/0957-4484/14/1/201

MARTIN-LAFFON, J.; KUNTZ, M.; RICOCH, A.E. Worldwide CRISPR patent landscape shows strong geographical biases. **Nature Biotechnology**, v. 37, p. 613–620, 2019. DOI: 10.1038/s41587-019-0138-7

MAZZUCATO, M. **The entrepreneurial state: debunking public vs. private sector myths**. Revised edition ed. London ; New York: Anthem Press, 2014

MAZZUCATO, M. **The value of everything: making and taking in the global economy**. Harmondsworth: Penguin Books, 2019.

MAZZUCATO, M.; ROY, V. Rethinking value in health innovation: *from mystifications towards prescriptions*. **Journal of Economic Policy Reform**, v. 22, n. 2, p. 101–119, 3 abr. 2019.

MAZZUCATO, M.; WILLETS, D. A Mission-Oriented UK Industrial Strategy. **UCL Commission for Mission-Oriented**, May 2019.

Innovation and Industrial Strategy (MOIS)

MEDEIROS, C. A. DE. A China como um duplo pólo na economia mundial e a recentralização da economia asiática. **Revista de Economia Política**, v. 26, n. 3, p. 381–400, set. 2006.

MEDEIROS, C.A.; TREBAT, N. Inequality and Income Distribution in Global Value Chains. *Journal of Economic Issues*, v. 51, n. 2, p. 401–408, 3 abr. 2017.

MENDES, Liliana; AMORIM-BORHER, Beatriz; LAGE, Celso. Patent applications on representative sectors of biotechnology in Brazil: an analysis of the last decade. **Journal of technology management & innovation**, v. 8, n. 4, p. 91-102, 2013. DOI: 10.4067/S0718-27242013000500009.

MESSENI PETRUZZELLI, Antonio; NATALICCHIO, Angelo; GARAVELLI, Achille Claudio. Investigating the determinants of patent acquisition in biotechnology: An empirical analysis. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 27, n. 7, p. 840-858, 2015. DOI: 10.1080/09537325.2015.1019851

MICHELSON, E. S. Globalization at the nano frontier: The future of nanotechnology policy in the United States, China, and India. **Technology in Society**, v. 30, n. 3–4, p. 405–410, ago. 2008.

MONTALBAN, M.; SAKINC, M. E. Financialization and productive models in the pharmaceutical industry. **Industrial and Corporate Change**, v. 22, n. 4, p. 981–1030, 1 ago. 2013.

MORCEIRO, P. C. **A indústria brasileira no limiar do século XXI: uma análise da sua evolução estrutural, comercial e tecnológica**. Doutorado em Economia das Instituições e do Desenvolvimento—São Paulo: Universidade de São Paulo, 2018.

NAUGHTON, B. **The rise of China's industrial policy, 1978 to 2020**. Primera edición ed. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía, 2021.

NOLAN, P.; ZHANG, J.; LIU, C. The global business revolution, the cascade effect, and the challenge for firms from developing countries. **Cambridge Journal of Economics**, v. 32, n. 1, p. 29-47. 2007.

NIRULA, S.; NAIK, M.; GUPTA, S. NHS vs Modicare: The Indian Healthcare v2.0. Are we ready to build the healthier India that we envisage? **Journal of Family Medicine and Primary Care**, v. 8, n. 6, p. 1835, 2019.

NOGUEIRA, I. ESTADO E CAPITAL EM UMA CHINA COM CLASSES. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 22, n. 1, 11 jun. 2018.

OFFICE FOR LIFE SCIENCES. **Bioscience and health technology sector statistics 2019**, August 2020.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Trustworth AI in Health**. Saudi Arabia, april 2020.

ORWEN, G. **Lessons from the US**. Policy Exchange, 2017.

O'SULLIVAN, E. **A review of international approaches to manufacturing research**. Cambridge: University of Cambridge, Institute for Manufacturing, 2011.

OZCAN, Sercan; ISLAM, Nazrul. Patent information retrieval: approaching a method and analysing nanotechnology patent collaborations. **Scientometrics**, v. 111, n. 2, p. 941, 2017. DOI: 10.1007/s11192-017-2325-y

PALMA, G. Four sources of deindustrialization and a new concept of the Dutch disease. In: Ocampo, J.A. (ed.) **Beyond Reforms**. Palo Alto (CA): Stanford University Press., 2005.

PARANHOS, J.; MERCADANTE, E.; HASENCLEVER, L. Os esforços inovativos das grandes empresas farmacêuticas no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 19, p. e0200015, 22 jul. 2020.

PASTORINO, R. et al. Benefits and challenges of Big Data in healthcare: an overview of the European initiatives. **European Journal of Public Health**, v. 29, n. Supplement_3, p. 23–27, 1 out. 2019.

PATEL, S.; NANDA, R. Nanotechnology in Healthcare: Applications and Challenges. **Medicinal chemistry**, v. 05, n. 12, 2015.

PAULA, A. DA C.; MALDONADO, J. M. S. DE V.; GADELHA, C. A. G. Healthcare telemonitoring and business dynamics: challenges and opportunities for SUS. **Revista de Saúde Pública**, v. 54, p. 65, 16 jul. 2020.

PEARSON, M.M. State-Owned Business and Party-State Regulation in China's Modern Political Economy. In: NAUGHTON, B.; TSAI, K. S. **State capitalism, institutional adaptation, and the Chinese miracle**. New York: Cambridge University Press, 2015.

PERIN, F.S. **A internacionalização das empresas farmacêuticas nacionais brasileiras**. Rio de Janeiro, 2019. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019

PIMENTA, Fabricia Pires. A patente como fonte de informação (des) necessária para a Biotecnologia em Saúde. **TransInformação**, v. 29, p. 323-332, 2017. DOI: 10.1590/2318-08892017000300009

QIU, Yi-Hui et al. Investigating the impacts of artificial intelligence technology on technological innovation from a patent perspective. **Applied Mathematics and Nonlinear Sciences**, v. 6, n. 1, p. 129-140, 2021. DOI: 10.2478/amns.2021.1.00015

RADAELLI, V.; PARANHOS, J. Caracterização da trajetória de desenvolvimento da indústria farmacêutica na Índia: elementos para aprendizado. **Parceria Estratégica**, Edição Especial. v. 18, n. 36, p. 24, 2013.

RAO, B.; HELLANDER, I. The Widening U.S. Health Care Crisis Three Years after the Passage of 'Obamacare'. **International Journal of Health Services**, v. 44, n. 2, p. 215–232, abr. 2014.

REZVANI GHOMI, E. et al. Future of additive manufacturing in healthcare. **Current Opinion in Biomedical Engineering**, v. 17, p. 100255, mar. 2021.

RODRÍGUEZ-SALVADOR, Marisela; GARCIA-GARCIA, Leonardo Azael. Additive manufacturing in healthcare. **Форсайт**, v. 12, n. 1 (eng), 2018. DOI: 10.17323/2500-2597.2018.1.47.55

RODRIK, Dani. Premature deindustrialization. **Journal of Economical Growth**, n. 21, pp. 1-33, 2016.

RONCAGLIA, A.; ROMERO, J. O retorno do Estado planejador. In: BARBOSA, N; RONCAGLIA, A. **Bidenomics nos trópicos**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2021.

ROSA, Claudia Marisa; SOUZA, Paulo Augusto Ramalho de; SILVA, Joaquim Manoel da. Inovação em saúde e internet das coisas (IoT): Um panorama do desenvolvimento científico e tecnológico. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 25, p. 164-181, 2020. DOI: 10.1590/1981-5344/3885

ROY, V. **The Financialization of a Cure: A Political Economy of Biomedical Innovation, Pricing, and Public Health**. Tese. Cambridge. 3 out. 2017.

SARIOLA, S. et al. Big-pharmaceuticalisation: Clinical trials and Contract Research Organisations in India. **Social Science & Medicine**, v. 131, p. 239–246, abr. 2015

SARTI, F.; HIRATUKA, C. Desempenho recente da indústria brasileira no contexto de mudanças estruturais domésticas e globais. n. 290, p. 39, 2018.

SERFATI, C. Financial dimensions of transnational corporations, global value chain and technological innovation. **Journal of Innovation Economics Management**, v.2, 35-61. 2008.

SERFATI, C. Transnational Corporations as Financial Groups. **Work Organisation, Labour & Globalisation**, v. 5, n. 1 (Summer 2011), pp. 10-38. 2011

SCHEU, M. et al. R. ABSALOM a W. FÖRSTER, 2006. Mapping NT patents: The EPO approach. **World Patent Information**, v. 28, n. 3, p. 204-211. DOI: 10.1016/j.wpi.2006.03.005

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: EDIPRO, 2016.

SERFATI. Transnational corporations as financial groups. **Work Organisation, Labour & Globalisation**, v. 5, n. 1, p. 10, 2011.

SHI, S.J. Social Security: The Career of a Contested Social Idea in China During the Reform Era, 1978–2020. In: LEISERING, L. (ED.). **One Hundred Years of Social Protection: The Changing Social Question in Brazil, India, China, and South Africa**. Cham: Springer International Publishing, 2021.

SILVA, A. I. DA. Perspectivas históricas e econômicas sobre a saúde na China no século XXI. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 27, n. 2, p. 375–389, jun. 2020.

SILVA, A. I. DA. Política de saúde na China: a influência ocidental europeia em suas reformas a partir de 1978. **Saúde e Sociedade**, v. 24, n. 3, p. 1006–1020, set. 2015.

SMITH, David E.; WILSON, Amanda J.; HENRY, David A. Monitoring the quality of medical news reporting: early experience with media doctor. **Medical journal of Australia**, v. 183, n. 4, p. 190-193, 2005. DOI: 10.5694/j.1326-5377.2001.tb143160.x

STRELETSKIY, Alexey; ZABAVNIKOV, Vladimir; ASLANOV, Emil; KOTLOV, Dmitriy. Patent landscape for nanotechnology. **Форсайт**, v. 9, n. 3, 2015. DOI: 10.17323/1995-459x.2015.3.40.53

SUN, S. et al. COVID-19 and healthcare system in China: challenges and progression for a sustainable future. **Globalization and Health**, v. 17, n. 1, p. 14, dez. 2021.

TAHEREH, Saheb; TAYEBEH, Saheb. Understanding the development trends of big data technologies: an analysis of patents and the cited scholarly works. **Journal of Big Data**, v. 7, n. 1, 2020. DOI: 10.1186/s40537-020-00287-9

TAN, X.; LIU, X.; SHAO, H. Healthy China 2030: A Vision for Health Care. **Value in Health Regional Issues**, v. 12, p. 112–114, maio 2017.

TAVARES, M. D. C.; BELLUZZO, L. G. D. M. Capital financeiro e empresa multinacional. **Temas de Ciências Humanas**, v.9, 113-124. 1980.

TORRES, R. L.; HASENCLEVER, L. A evolução institucional das indústrias farmacêuticas indiana e brasileira revisitada. **História Econômica & História de Empresas**, v. 20, n. 2, 15 dez. 2017.

TORRES, R.L. **Capacitação tecnológica na indústria farmacêutica brasileira**. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, 2015.

TORREYA. **The Global Pharmaceutical Company Report: The Pharma 1000**. September 2020.

TRAPPEY, Amy JC; TRAPPEY, Charles V.; CHUNG, Curry LS. IP portfolios and evolution of biomedical additive manufacturing applications. **Scientometrics**, v. 111, n. 1, p. 139-157, 2017. DOI: 10.1007/s11192-017-2273-6

TRAPPEY, Amy JC; TRAPPEY, Charles V.; LEE, Kurt LC. Tracing the evolution of biomedical 3D printing technology using ontology-based patent concept analysis. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 29, n. 4, p. 339-352, 2017. DOI: 10.1080/09537325.2016.1211267

TREGENNA, F; ANDREONI, A. Deindustrialisation reconsidered: Structural shifts and sectoral heterogeneity. **UCL Working Paper**, 2020-06, 2020

TSENG, Chun-Yao; TING, Ping-Ho. Patent analysis for technology development of artificial intelligence: A country-level comparative study. **Innovation**, v. 15, n. 4, p. 463-475, 2013. DOI: 10.5172/impp.2013.15.4.463

TULUM, Ö. **Innovation and financialization in the U.S. biopharmaceutical industry**. UNIVERSITY OF LJUBLJANA FACULTY OF ECONOMICS. Ljubljana: University of Ljubljana, 2018.

TURCU, C. E.; TURCU, C. O. Internet of Things as Key Enabler for Sustainable Healthcare Delivery. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 73, p. 251–256, fev. 2013.

VAN DEN OORD, Ad; VAN WITTELOOSTUIJN, Arjen. The population ecology of technology: An empirical study of US biotechnology patents from 1976 to 2003. **PloS one**, v. 12, n. 1, p. e0169961, 2017. DOI: 10.1371/journal.pone.0169961

VESSELKOV, Alexandr; HÄMMÄINEN, Heikki; TÖYLI, Juuso. Technology and value network evolution in telehealth. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 134, p. 207-222, 2018. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.06.011

WANG, Gangbo; GUAN, Jiancheng. Value chain of nanotechnology: a comparative study of some major players. **Journal of Nanoparticle Research**, v. 14, n. 2, p. 1-14, 2012. DOI: 10.1007/s11051-011-0702-7

WILLIAMS, Gareth. A maturing industry: Strategic patenting trends, US and academic dominance, and the global biotechnology landscape. **Journal of Commercial Biotechnology**, v. 13, n. 3, p. 163-175, 2007. DOI: 10.1057/palgrave.jcb.3050058

WU, Lanfen et al. Comparing nanotechnology landscapes in the US and China: a patent analysis perspective. **Journal of nanoparticle research**, v. 21, n. 8, p. 1-20, 2019. DOI: 10.1007/s11051-019-4608-0

WÜBBEKE, J.; MEISSNER, M.; ZENGLEIN, M.J.; IVES, J.; CONRAD, B. Made in China 2025: the making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries. **Mercator Institute for China Studies**, n. 2. 2016

ZADPOOR, A. A.; MALDA, J. Additive Manufacturing of Biomaterials, Tissues, and Organs. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 45, n. 1, p. 1–11, jan. 2017.

ZARRABEITIA, E.; BILDOSOLA, I.; BELVER, R. M. R.; ALVAREZ, I.; CILLERUELO-CARRASCO, E. Laser additive manufacturing: A patent overview. In: **Engineering digital transformation**. Springer, Cham, 2019. p. 183-191. DOI: 10.1007/978-3-319-96005-0_23.

ZHENG, Jia; ZHAO, Zhi-yun; ZHANG, Xu; CHEN, Dar-zen; HUANG, Mu-hsuan. International collaboration development in nanotechnology: a perspective of patent network analysis. **Scientometrics**, 2013. DOI: 10.1007/s11192-013-1081-x

ZHI, Liping; SIJIA, Zhao. Study on Internet of Things Industry Based on Patent Data. **Humanities and Social Science Research**, v. 2, n. 3, p. p10-p10, 2019.

ANEXOS

Anexo 1 – Mapeamento bibliográfico categorizados por tecnologia da indústria 4.0 selecionada

Os quadros elencados neste anexo propõem uma breve apresentação dos artigos selecionados na revisão sistemática da literatura cujo propósito era embasar a elaboração de uma metodologia ampla de identificação das patentes da indústria 4.0 (seção 2.2.4.1).

Mapeamento bibliográfico: Tecnologia da Indústria 4.0 Selecionadas (cont.)

Autor/Ano	Contribuição e Relevância
Indústria 4.0	
Czvetkó et al. (2021)	Foco nas potencialidades regionais. USPTO. Pedidos de patentes relacionados à indústria 4.0 nas seguintes áreas: B33 – manufatura aditiva; B82 – nanotecnologia; F01 – máquinas ou motores em geral, fábricas de motores em geral, motores a vapor; G05 – controlador, regulador; G06 – informática, cálculo, contagem; G08 – sinalização; G16 – tecnologia de informação e comunicação. Não especifica estratégia de busca adicional.
Ardito et al. (2019)	USPTO. Patentes nas seguintes áreas: IoT, cloud computing, cyber security, big data e análise do cliente. Estratégia: Palavras-chave.
Balland e Boschma (2021)	Foco nas potencialidades regionais. EPO. Pedidos de patentes relacionados à indústria 4.0 a partir de códigos CPC.
Benassi et al. (2020)	Classificação recentemente proposta pelo EPO (2017) a partir de códigos CPC.
Internet das Coisas (IoT)	
Ardito et al. (2018)	Lista de códigos IPC pertencentes ao campo da IoT.
Ahn (2020)	Baseia-se em Ardito et al (2018). Inclui pesquisa textual em relatórios de mercado relacionados à IoT publicados por várias empresas internacionais de consultoria.
Vesselkov et al. (2018)	Seleciona todas as patentes americanas pertencentes às classes de patentes que representam invenções relacionadas à telemedicina.
Big Data	
Lee et al. (2015)	Muito amplo. Utiliza técnicas de big data para identificação de tendências.
Liu et al. (2020)	Destaca o papel do big data na inovação médica no setor público. Não tem contribuição metodológica relevante, mas contribui para a discussão da indústria 4.0 no âmbito do CEIS.

Mapeamento bibliográfico: Tecnologia da Indústria 4.0 Seleccionadas (cont.)

Autor/Ano	Contribuição e Relevância
Inteligência artificial (AI)	
Fujii e Managi (2018)	PATSTAT. IPC.
Tseng e Ting (2013)	Principal contribuição é o desenvolvimento de indicadores da quantidade e qualidade das patentes. Códigos IPC.
Kim et al. (2018)	Análise de Tecnologia de Inteligência Artificial Sustentável. Palavra-chave e busca textual.
Abadi e Pecht (2020)	Método combinado: classificações de patentes (USPTO) e busca textual.
Jun (2018)	Não explicita como as patentes de AI foram seleccionadas, mas identifica os principais IPCs.
Chang (2021)	Refere-se a Tseng e Ting (2013) e Hidemichi e Shunsuke (2017). USPTO e JPO. IPC.
Qiu et al. (2021)	Técnica de recuperação baseada em palavras-chave.
Leusin et al. (2020)	Técnica de recuperação baseada em palavras-chave.
Manufatura Aditiva	
Trappey et al. (2016)	Tendências da tecnologia de impressão 3D na área biomédica. Palavras-chave.
Trappey et al. (2017)	Manufatura aditiva biomédica. Discussão metodológica. Palavras-chave.
Rodríguez-Salvador e García-García (2018)	Manufatura aditiva na saúde. Palavras-chave.
Mancilla-de-la-Cruz et al. (2020)	Técnica de recuperação baseada em palavras-chave. Posteriormente, os IPCs que compunham a categoria Ciências Médicas foram analisados.
Choi (2018)	Invenções de impressão 3D. USPTO. CPC
Computação em nuvem	
Huang (2016)	Baseia-se em Huang et al., 2012 (IPC G06 e H04)
Khansa e Zobel (2014)	Tema específico. Cloud Security. Sistema antigo de classificação.
Huang e Tan (2020)	Propõe um algoritmo de classificação usando a computação em nuvem como exemplo.
Srivastava et al. (2021)	Ampla revisão bibliográfica. Não explicita a classificação utilizada para identificação das patentes.

Mapeamento bibliográfico: Tecnologia da Indústria 4.0 Seleccionadas (cont.)

Autor/Ano	Contribuição e Relevância
Biotecnologia	
Buttow e Steindel (2012)	Pedido de patente em biotecnologia na subclasse C12N no Brasil.
Petruzzelli et al. (2015)	Determinantes da aquisição de patentes. Empresas no setor de biotecnologia.
van den Oord e van Witteloostuijn (2017)	Estudo empírico das patentes norte-americanas. USPTO Patent Class (USPC).
Williams (2007)	Estado da arte do setor de biotecnologia. Os dados foram filtrados pelo IPC e pelos participantes mais significativos da indústria.
Barragán-Ocaña et al. (2019)	International classification of patents for biotechnology.
Mattes e Stacey (2001)	Patentes médicas, mas com foco no EUA e em requerentes australianos. Identifica elevada concentração já no final da década de 1990.
Gittelman e Kogut (2003)	Empresas no setor de biotecnologia.
Falciola (2009)	Estudo de caso com diferentes abordagens baseadas em texto para pesquisar e analisar informações de biotecnologia nas patentes e na literatura científica usando uma série exemplos com anticorpos.
Dias et al. (2012)	Caso brasileiro. Análise das patentes do INPI via 30 IPCs.
Mallick et al. (2015)	Patentes indianas em biotecnologia. Relatórios anuais do escritório indiano (CGPDTM Annual Reports).
Lin e Wu (2007)	Modelo de previsão das citações às patentes– medida de valor. USPTO. USPC.
Angue et al. (2014)	Método usa duas dimensões da classificação de patentes para medir a proximidade tecnológica e as parceiras em P&D. Empresas francesas no setor de biotecnologia.
Pimenta (2017)	Pesquisa bibliográfica sem referência a uma metodologia de classificação de patentes em biotecnologia.
Edição Genética	
Jefferson et al. (2021)	Baseia-se em Egelie et al. (2016) e Martin-Laffon et al.,2019. Palavras-chave. Combinação entre a palavra-chave “CRISPR Cas9” e o código CPC C12N2310/20*. Identifica os principais CPCs.
Magee et al. (2018)	Método de Sobreposição de Classificação (COM), que utiliza dois sistemas de classificação diferentes para obter patentes altamente relevantes. US Patent Classification (UPC) e CPC.
Li et al. (2020)	Técnica de recuperação baseada em palavras-chave.
Egelie et al. (2016)	Definida amostra de alta relevância. Algoritmos de mineração de texto para identificar palavras-chave, bem como códigos de classificação. Teste de adequação. Pesquisas iteradas Uma vez que o conjunto de dados foi construído, uma "eliminação de ruído" adicional foi realizada

removendo registros de patentes por meio de revisão manual e via algoritmo.

Mapeamento bibliográfico: Tecnologia da Indústria 4.0 Seleccionadas (cont.)

Autor/Ano	Contribuição e Relevância
Nanotecnologia	
Wang e Guan (2012)	Resgata abordagens de busca possíveis. Composite search strategy - Two-staged modularized Boolean. Palavras-chave.
Huang et al. (2003)	Abordagem baseada em palavras-chave. USPTO.
Guan e Shi (2012)	Resgata abordagens de busca possíveis. Abordagem adotada por Wang e Guan (2012) desatualizada. Classificação proposta pela base de dados utilizada, Derwent Manual Code, tendo sido usado o prefixo nano como a palavra-chave.
Islam e Ozcan (2013); Ozcan e Islam (2016)	Resgata abordagens de busca possíveis. Forte viés metodológico. Evidencia elevada concentração. Método combinado: classificações de patentes e consultas lexicais.
Jürgens e Herrero-Solana (2017)	Forte viés metodológico. Discutem como a nanotecnologia é abordada em diferentes sistemas de classificação de patentes: IPC, USPC e CPC. Alegam que a nanotecnologia tem uma cobertura significativamente melhor no CPC.
Wu et al. (2019)	Dados de patentes de nanotecnologia do USPTO e CNIPA do banco de dados Orbit Intelligence “Fullpat” com busca por palavra-chave.
Marinova e McAleer (2002)	Abordagem baseada em palavras-chave Palavras relacionadas a nanosegundos e ao composto químico ‘NaNO’ foram excluídas.
Zheng et al. (2013)	Análise de redes patentárias. Resgata abordagens de busca possíveis. USPTO. Utilizam o refinamento proposto por Wong et al. (2007), que inclui um conjunto atualizado de patentes da Classe 977 reclassificadas pelo USPTO.
Antunes et al. (2012)	Escrito por brasileiros. Foco no setor de saúde. O banco de dados Derwent foi explorado para documentos de patentes usando palavras-chave associadas às subclasses de IPC dos subsectores de saúde.
Liao e Tseng (2014)	Usam uma abordagem baseada em palavras-chave – a mesma lista usada na Nanoscale Science Foundation (NSF) (Huang et al., 2004). USPTO.
Scheu et al. (2006)	Resultados do grupo de estudos criado no EPO sobre nanotecnologia que definiu o termo e criou o código Y01N.

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração própria.

Mapeamento bibliográfico a partir de outras bases de dados: diferentes tecnologias

Autor	Temática	Contribuição e Relevância
EPO (2017)	I4.0	Proposta de classificação das patentes da indústria 4.0 via códigos IPC.
Zhi e Sijia (2019)	IoT	Sinaliza elevada grau de concentração entre países. Palavras-chave.
Trappey et al. (2017)	IoT	Palavras-chave. São identificados os principais IPCs.
Rosa et al (2020)	IoT	Análise do desenvolvimento científico e tecnológico acerca da IoT aplicada à saúde. Questel Orbit. Palavras-chave: "Internet of things", "IoT" e "Health".
Silva et al. (2021)	IoT	Técnica de recuperação baseada em palavras-chave.
Saheb & Saheb (2021)	Big Data	Resgata abordagens de busca possíveis. Palavras-chave. São identificados os principais IPCs.
Baruffaldi et al. (2020)	AI	Resgata abordagens de busca possíveis. Forte viés metodológico. Palavras-chave. São identificados os principais IPCs.
Zarrabeitia et al (2018)	AM	Foco na área médica. Palavras-chave.
Alvarez-Meaza et al (2019)	AM	Foco na área médica. Palavras-chave.
Buttow e Steindel (2012)	Biotecnologia	Patentes de residentes submetidas ao INPI. C12N.
Mendes et al. (2013)	Biotecnologia	Patentes de residentes submetidas ao INPI. IPC.
Martin-Laffon et al. (2019)	Edição genética	Técnica de recuperação baseada em palavras-chave.

Fonte: Dados da pesquisa. Elaboração própria.



cee