

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

**DINÂMICA GLOBAL DO SISTEMA PRODUTIVO E  
INOVAÇÃO NO CEIS: DESAFIOS PARA O BEM-ESTAR E A  
SAÚDE DIANTE DA REVOLUÇÃO 4.0**

**EQUIPE DE PESQUISA**

Rodrigo Sabbatini

Camila Veneo C. Fonseca

## Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz Antônio 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 Lissovsky

(Revisão Português) e Nilmon Filho (Projeto Gráfico)

## Relatório de pesquisa – CEIS 4.0

### *Dinâmica global do sistema produtivo e inovação no CEIS: desafios para o bem-estar e a saúde diante da Revolução 4.0*

### Pesquisadores

Rodrigo Sabbatini

Camila Veneo C. Fonseca

Citar como:

SABBATINI, R; CAMILA, F. Dinâmica global do sistema produtivo e inovação no CEIS: desafios para o bem-estar e a saúde diante da Revolução 4.0. 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.

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

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>6</b>
<b>2. DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E CEIS 4.0</b> .....	<b>7</b>
2.1 Indústria brasileira, CEIS no Brasil e suas fragilidades .....	8
2.2 Novas tecnologias portadoras de futuro .....	14
<b>3. CONFIGURAÇÃO ECONÔMICA DO CEIS</b> .....	<b>20</b>
3.1 Empresas líderes mundiais .....	20
3.2 Estrutura da oferta no Brasil .....	29
<b>4. CEIS 4.0 E TRAJETÓRIAS DE DIFUSÃO DAS NOVAS TECNOLOGIAS</b> .....	<b>34</b>
4.1 <i>Technological upgrading</i> .....	34
4.2 Uma abordagem metodológica .....	36
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>41</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>44</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Quarenta tecnologias portadoras de futuro .....	<b>15</b>
---	-----------

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Brasil: Balança comercial de produtos manufaturados, 2003-2019 (em US\$ bilhões) ..	<b>9</b>
<b>Gráfico 2</b> – Brasil: evolução do grau de penetração das importações e do coeficiente de insumos industriais importados para a indústria de transformação, 1996-2018 (em %) .....	<b>10</b>
<b>Gráfico 3</b> – Brasil: evolução do grau de penetração das importações e do coeficiente de insumos industriais importados para produtos farmoquímicos e farmacêuticos, 1996-2018 (em %) .....	<b>11</b>
<b>Gráfico 4</b> – Brasil: comércio exterior de medicamentos e antibióticos, 1997-2019 (em US\$ milhões) .....	<b>12</b>

Gráfico 5 – Brasil: comércio exterior de equipamentos médico-hospitalares, 1997-2019 (em US\$ milhões) .....	12
--	----

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Setores NACE pertencentes ao CEIS .....	17
<b>Quadro 2</b> – CEIS 4.0: dimensão de alguns segmentos .....	26
<b>Quadro 3</b> – CEIS 4.0: características e tendências de alguns segmentos .....	27
<b>Quadro 4</b> – Síntese da atuação das empresas dos principais segmentos do CEIS nas tecnologias portadoras de futuro .....	28
<b>Quadro 5</b> – Dimensões do <i>upgrading</i> tecnológico e seus componentes .....	37
<b>Quadro 6</b> – Dimensões do <i>upgrading</i> tecnológico, componentes e indicadores .....	40

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Mapeamento da “interpenetração” das patentes em segmentos do CEIS, 2014-2018 ..	18
<b>Tabela 2</b> – CEIS 4.0: principais <i>players</i> mundiais, indústria farmacêutica .....	21
<b>Tabela 3</b> – CEIS 4.0: principais <i>players</i> mundiais, indústria de equipamentos médicos .....	22
<b>Tabela 4</b> – CEIS 4.0: principais <i>players</i> mundiais, serviços privados de atendimento à saúde ...	22
<b>Tabela 5</b> – Tecnologias médicas: maiores solicitantes de patentes no EPO, 2019 .....	23
<b>Tabela 6</b> – Tecnologias farmacêuticas: maiores solicitantes de patentes no EPO, 2019 .....	24
<b>Tabela 7</b> – Biotecnologia: maiores solicitantes de patentes no EPO, 2019 .....	24
<b>Tabela 8</b> – <i>Big tech</i> : principais <i>players</i> mundiais .....	25
<b>Tabela 9</b> – CEIS no Brasil: número de empresas formais, 2009-2018 .....	30
<b>Tabela 10</b> – CEIS no Brasil: pessoal ocupado em empresas formais, 2009-2018 .....	31
<b>Tabela 11</b> – “CEIS industrial” e indústria de transformação no Brasil: número de empresas ativas com mais de 30 funcionários, 2009-2018 .....	32

<b>Tabela 12</b> – “CEIS industrial” e indústria de transformação no Brasil: pessoal ocupado em empresas ativas com mais de 30 funcionários, 2009-2018 .....	32
<b>Tabela 13</b> – “CEIS industrial” e indústria de transformação no Brasil: receita líquida de vendas – em R\$ milhares correntes, 2009-2018 .....	33
<b>Tabela 14</b> – “CEIS industrial” e indústria de transformação no Brasil: salário médio do pessoal ocupado – em R\$ milhares correntes, 2009-2018 .....	33

## 1. INTRODUÇÃO

O Complexo Econômico-Industrial da Saúde (CEIS)<sup>1</sup> é composto por um conjunto de setores econômicos cujas atividades estão articuladas em torno das necessidades dos serviços de atenção à saúde em vários níveis. Tais segmentos econômicos provêm de mercados com estruturas variadas de concorrência e competitividade, assim como são distintas as capacitações tecnológicas, as escalas econômicas e/ou a origem do capital das firmas que neles operam. Por exemplo, convivem no CEIS no Brasil empresas industriais de grande porte, com grande intensidade tecnológica, de capital majoritariamente estrangeiro, e empresas de serviços de saúde, de menor porte – apesar do crescente aumento do nível de concentração do setor.

A dinâmica econômica do CEIS, portanto, é marcada não apenas por características isoladas de cada um dos seus subsistemas, mas, sobretudo, pela articulação entre eles e os serviços de atenção à saúde. No caso brasileiro, a presença e escala do SUS, assim como sua articulação com o setor privado e com outras políticas públicas (em várias esferas federativas), reforça o caráter sistêmico do complexo e explicita seu potencial para difundir novas tecnologias, criar transbordamentos tecnológicos e induzir tanto o desenvolvimento socioeconômico do país como a ampliação e melhoria da eficiência dos serviços de saúde, o que, por sua vez, é crucial para a redução das mazelas sociais brasileiras.

Nesse contexto, este trabalho busca descrever e analisar as características econômicas de cada um dos subsistemas mais importantes que compõem o CEIS, assim como dos seus principais *players*, brasileiros e globais, de modo a desenvolver uma primeira aproximação metodológica capaz de mensurar a capacidade das empresas brasileiras de difundir novas tecnologias no âmbito do CEIS 4.0. Para tanto, deverão ser exploradas as características das transformações pelas quais os diferentes subsistemas dos CEIS passaram no âmbito da “4ª Revolução Tecnológica”, em particular, suas implicações para os desafios e as oportunidades colocados para o SUS.

A hipótese é que o CEIS no Brasil emula a dinâmica mundial do complexo, incluindo tendências tecnológicas e competitivas (concentração, financeirização e ampliação de margens e preços). A questão, portanto, está tanto na necessidade de ampliação e coordenação das políticas públicas

---

<sup>1</sup> Ver Gadelha (2003) ou Gadelha et al. (2017) para a formulação original do conceito.

com o propósito de garantir uma internalização virtuosa do CEIS 4.0 e de suas novas tecnologias, como, e associadamente, na criação dos incentivos necessários para que a solução privada para a difusão dessas tecnologias seja compatível com o desenvolvimento socioeconômico nacional. O objetivo é impedir uma internalização passiva, com escala de operação limitada e preços elevados.

Além dessa introdução, este trabalho conta com outras quatro seções. Na segunda seção são discutidas algumas das principais vulnerabilidades estruturais da economia brasileira, em geral, e da indústria de transformação, em particular, que afetaram diretamente a conformação dos subsistemas do CEIS brasileiro. Na sequência, são apresentadas as novas tecnologias portadoras de futuro e sua aderência ao conceito de CEIS 4.0. Na terceira seção, a configuração da estrutura de oferta e da demanda é analisada, destacando, sobretudo, os principais *players* no Brasil e mundo. A partir da literatura e das informações apresentadas e discutidas nas seções anteriores, na quarta seção, é sistematizada a literatura que fundamentou o desenvolvimento de uma metodologia capaz de captar a complexidade do desenvolvimento tecnológico no país. O propósito, é avaliar, de forma exploratória, a trajetória de difusão das novas tecnologias no âmbito do CEIS, em especial na possível configuração do CEIS 4.0 brasileiro. Por fim, à guisa de conclusão, são esboçadas propostas de políticas cujo propósito seja uma difusão virtuosa e soberana das novas tecnologias nos diversos segmentos do CEIS no Brasil.

## 2. Desenvolvimento tecnológico e CEIS 4.0

Esta seção visa reunir e organizar informações que auxiliem no melhor entendimento da dinâmica global do sistema produtivo e de inovação no Complexo Econômico e Industrial da Saúde (CEIS). Para tanto, buscar-se-á elencar informações que fundamentem a análise de aspectos coetâneos e altamente correlacionados, a saber: i) o processo de desindustrialização, desnacionalização e desadensamento da cadeia produtiva brasileira, assim como sua relação com a pauta de comércio exterior brasileira – em particular dos segmentos ligados ao CEIS; ii) o avanço da denominada indústria 4.0, buscando identificar as tecnologias portadoras de futuro mais aderentes aos serviços de atenção à saúde e aos demais subsistemas dos CEIS.

Em outras palavras, o objetivo é identificar as tecnologias da indústria 4.0 com maior potencial de impacto econômico e social, aprofundar a discussão sobre a cadeia produtiva no Brasil e suas

implicações para o atual padrão do comércio exterior brasileiro, assim como apontar as suas principais vulnerabilidades. Tais fenômenos poderão ser então revistos a partir do conceito do CEIS 4.0 de modo a se considerar não somente o papel da indústria 4.0 como catalisadora e promotora do desenvolvimento social, econômico e tecnológico do país, mas também os impactos dessas mudanças na pauta importadora do CEIS.

## **2.1 Indústria brasileira, CEIS no Brasil e suas fragilidades<sup>2</sup>**

Algumas das vulnerabilidades estruturais da economia brasileira, em geral, e da indústria de transformação, em particular, afetam diretamente diversos subsistemas do CEIS, restringindo sua capacidade de atendimento às demandas da sociedade no âmbito da saúde.

Em primeiro lugar, merece destaque o longo processo de desestruturação do sistema produtivo brasileiro iniciado na longínqua “década perdida” de 1980, acelerado nas décadas de liberalização com câmbio valorizado dos anos 1990-2010 e aprofundado na segunda década do século XX. Não serão debatidas aqui as causas e a extensão do processo de desindustrialização que se abateu sobre o país, mas não se pode deixar de mencionar alguns de seus efeitos.

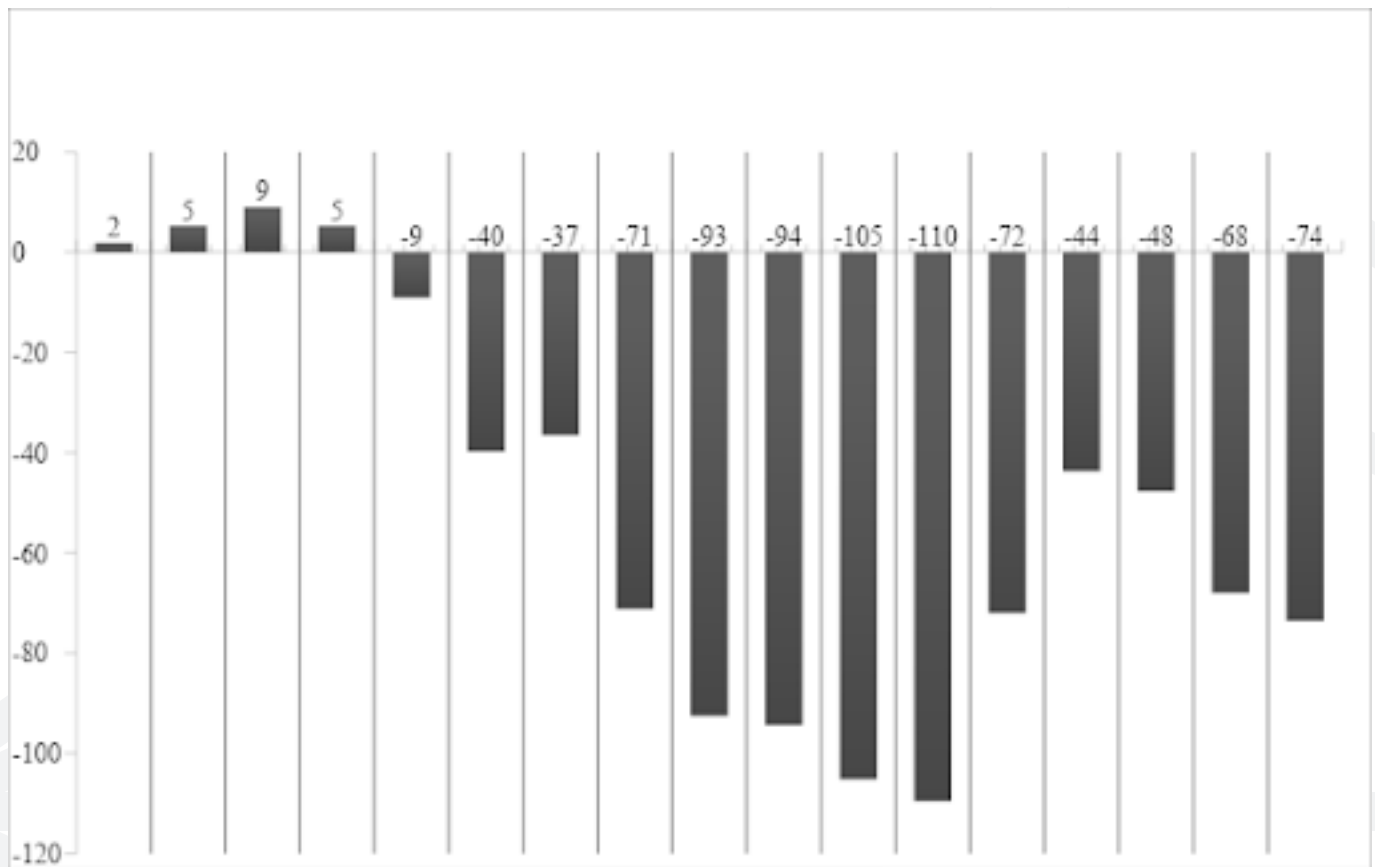
Um primeiro aspecto a ser considerado diz respeito à redução ou desmobilização do parque fabril em diversos segmentos industriais, resultando no aumento significativo do déficit comercial em produtos manufaturados (Gráfico 1).

---

<sup>2</sup> Essa seção é baseada em Sabbatini e Fonseca (2021); publicação referente ao primeiro produto entregue no âmbito desta pesquisa.



**Gráfico 1 - Brasil: balança comercial de produtos manufaturados, 2003-2019 (em US\$ bilhões)**



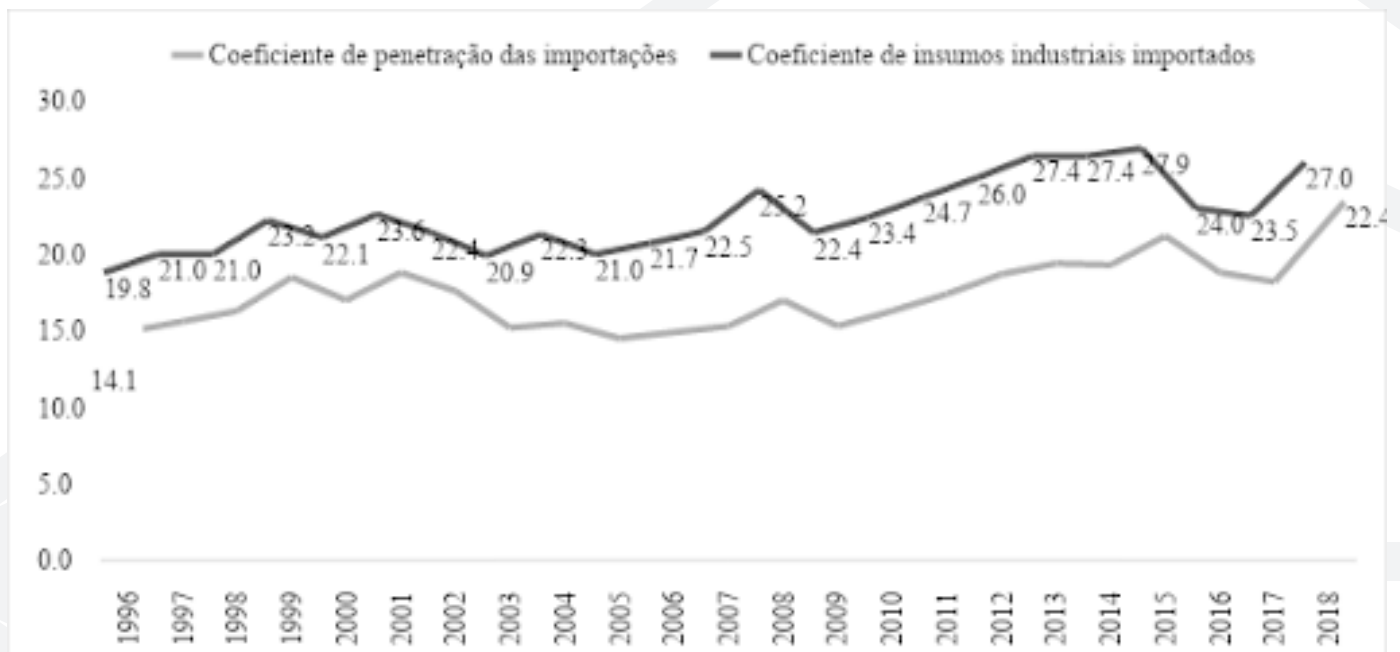
Fonte: Secretaria de Comércio Exterior (Secex). Elaboração própria.

Tal processo de desindustrialização ganha nova roupagem quando considerado em um contexto de ruptura de paradigma, em que a empresa chandleriana é substituída pela empresa em rede, possível graças aos desenvolvimentos tecnológicos da chamada “3ª Revolução Industrial” (Chandler, 1994). Tal mudança impôs a reorganização da produção mundial, agora globalizada – e, em grande medida, deslocada em direção à Ásia –, tendo tido efeito direto sobre a inserção brasileira nas cadeias globais de valor.

Objetivamente, significou o desadensamento e a desarticulação da cadeia produtiva nacional, implicando o aumento tanto do coeficiente importado de bens finais quanto da importação de insumos industriais e, conseqüentemente, o aumento do conteúdo importado (Gráfico 2). Além disso, pôde-se observar uma desnacionalização generalizada, resultando, quase sempre, em perda de autonomia

decisória e estratégica das unidades empresariais localizadas no país e no aumento da concentração do capital, com efeitos deletérios sobre a concorrência e os preços de bens e serviços.

**Gráfico 2 – Brasil: evolução do grau de penetração das importações e do coeficiente de insumos industriais importados para a indústria de transformação, 1996-2018 (em %)**



Fonte: Confederação Nacional da Indústria (CNI). Elaboração própria.

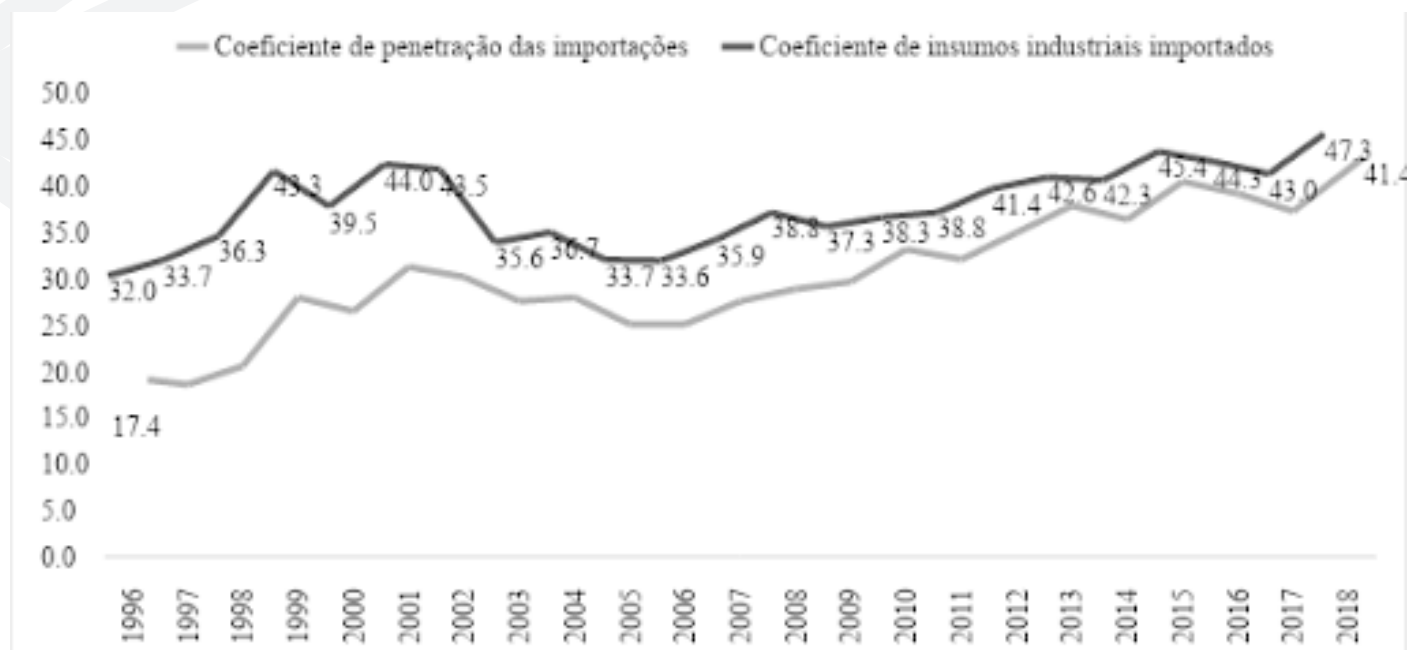
A capacidade de conduzir práticas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), tanto em empresas quanto em instituições públicas e privadas de pesquisa, também foi fortemente afetada pelos processos descritos, levando à manutenção ou mesmo ao aumento da dependência tecnológica em vários segmentos. Além disso, a insuficiência das ações de política industrial, virtualmente abandonadas nos anos 1990 e timidamente retomadas no período 2003-2014, também contribuiu para a configuração insuficiente de um sistema nacional de inovação no Brasil.

A reorganização produtiva, como discutido anteriormente, não esteve desassociada da reorganização das estratégias empresariais, inclusive no que diz respeito aos investimentos em PD&I. Ou seja, associado à globalização, há o surgimento de novas formas de acumulação do capital, nas quais a lógica financeira se embrinca à produtiva, delimitando uma nova estratégia de valorização,

que inclui a criação, apropriação, desenvolvimento e proteção do conhecimento gerado.

Todos estes processos ampliaram a vulnerabilidade produtiva e tecnológica, afinal, ampliou-se ainda mais a desnacionalização e a concentração do capital; a desindustrialização e o desadensamento da cadeia produtiva; a dependência das importações; e o *gap* tecnológico em relação ao estado da arte mundial (com impactos sobre preços, muitas vezes associados a patentes internacionais). No âmbito do CEIS, houve aumento da dependência produtiva e tecnológica do exterior, sobretudo em segmentos de fármacos e de equipamentos médico-hospitalares (ver Gráficos 3 a 6).<sup>3</sup> Da mesma forma, a capacidade inovativa do complexo também vem sendo negativamente afetada, seja no âmbito empresarial, liderado por grandes empresas multinacionais que concentram seus esforços de PD&I no exterior, seja no âmbito das instituições públicas de pesquisa, cada vez mais subfinanciadas.

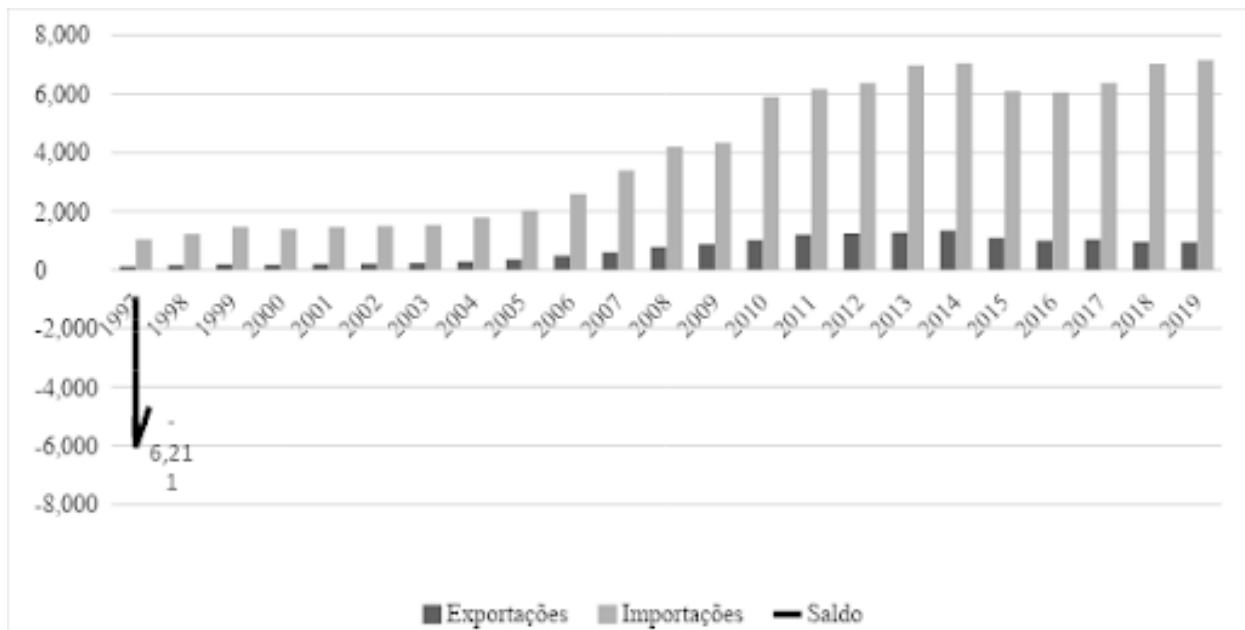
**Gráfico 3 – Brasil: evolução do grau de penetração das importações e do coeficiente de insumos industriais importados para produtos farmoquímicos e farmacêuticos, 1996-2018 (em %)**



Fonte: Confederação Nacional da Indústria (CNI). Elaboração própria.

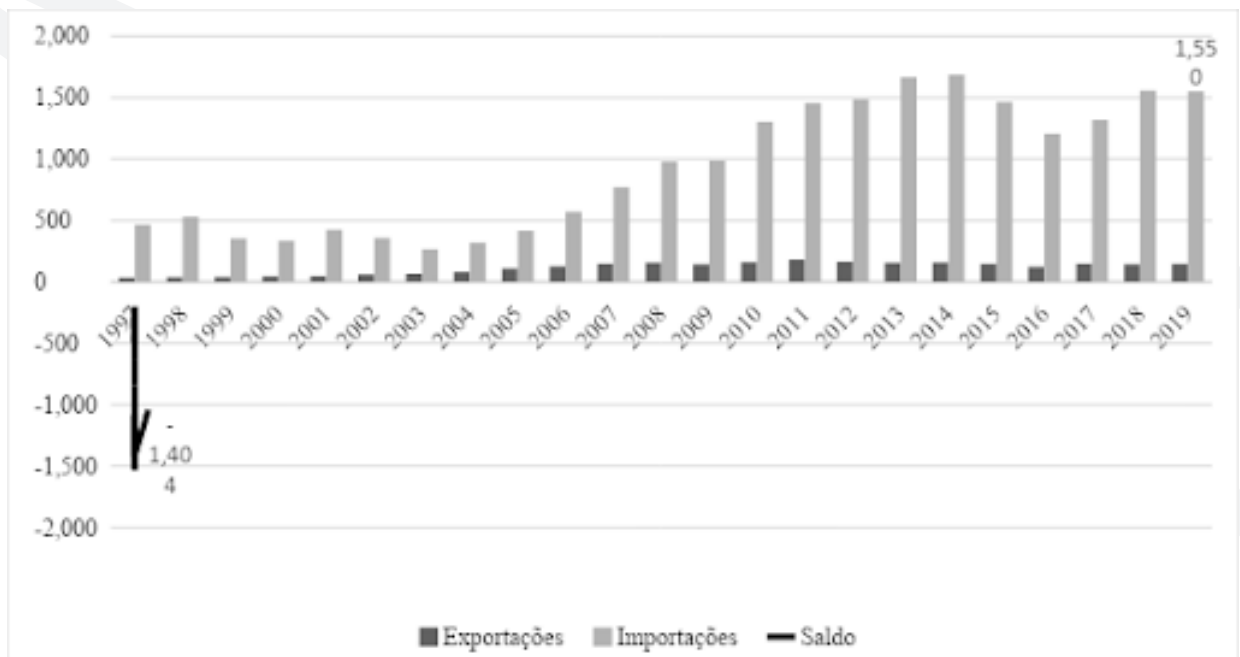
<sup>3</sup> A menor margem para a produção de bens e negociação de preços ocorre ainda que um percentual expressivo de produtos não tenha restrição à produção nacional (em relação às patentes) e que a Organização Mundial do Comércio (OMC) preveja a flexibilidade na produção de produtos inovadores para atendimento às necessidades da saúde pública (Gadelha, 2020).

**Gráfico 4 – Brasil: comércio exterior de medicamentos e antibióticos, 1997-2019 (em US\$ milhões)**



Fonte: Secretaria de Comércio Exterior (Secex). Elaboração própria.

**Gráfico 5 – Brasil: comércio exterior de equipamentos médico-hospitalares, 1997-2019 (em US\$ milhões)**



Fonte: Secretaria de Comércio Exterior (Secex). Elaboração própria.

Neste sentido, outro processo que merece destaque é o crescente encolhimento do Estado, seja no seu papel de ofertante de serviços públicos, seja em seu papel de articulador, financiador e demandante da oferta doméstica de bens e serviços. O Estado teve um papel decisivo na modernização do Brasil, liderando o esforço de industrialização e construindo, ainda que de forma incompleta, o mais avançado *welfare state* da periferia do capitalismo. A articulação planificada entre a provisão de serviços públicos e a oferta de bens e serviços, seja através de empresas estatais, seja através de empresas privadas de capital nacional e estrangeiro, foi decisiva para o desenvolvimento econômico brasileiro, malgrado suas incompletudes, em especial aquelas relacionadas à redução das desigualdades socioeconômicas.

No entanto, anos de privatizações, desregulamentações e de austeridade fiscal implicaram o crescente subfinanciamento e a fragilização das condições para o acesso universal no âmbito dos serviços públicos. Ou seja, apesar do papel de destaque assumido globalmente pelo CEIS, como um dos sistemas produtivos com maiores oportunidades em termos de investimentos e inovação, e em decorrência da ampliação do acesso e da demanda interna por saúde, a vulnerabilidade estrutural do Sistema Único de Saúde (SUS) consolidou-se nas últimas décadas.

Essas medidas de política econômica também resultaram na perda de capacidade de estimular o setor empresarial. Este estímulo foi reduzido tanto na esfera do até então fundamental financiamento público ao investimento (não só em capacidade produtiva, mas também em atividades inovativas) quanto no que tange à coordenação e integração entre as políticas públicas (inclusive poder de compra) e a atividade empresarial. Ou seja, tanto no *front* doméstico quanto no *front* internacional, a economia brasileira está submetida a desafios ainda maiores do que aqueles que enfrentou no início de seu processo de desenvolvimento. O CEIS não esteve imune à essa construção de fragilidades ou vulnerabilidades estruturais, mesmo que seus segmentos tenham tido um espaço relativamente maior de ação nas últimas décadas.

A existência, a escala e o poder de compra do SUS, mesmo que subfinanciado; o crescimento do setor privado de atenção à saúde, estimulado pelo aumento da renda no período 2003-2014; e o relativo êxito de políticas de desenvolvimento produtivo e tecnológico<sup>4</sup> permitiram que os setores

---

4 Destaque do CEIS nas políticas públicas coordenadas pelo Ministério da Saúde, nas políticas públicas do Plano Brasil Maior, na Política de Desenvolvimento Produtivo, nas linhas de financiamento específicas do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), entre outras.

do CEIS fossem um pouco menos afetados pelo aumento da fragilidade produtiva e tecnológica do país, sobretudo porque ampliou-se sobremaneira a escala da demanda.

No entanto, o crescente papel desempenhado pelas tecnologias associadas à “Revolução 4.0”, como a inteligência artificial e o *big data*, em sistemas de prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças, explicitaria não só as mudanças às quais o CEIS vêm sendo submetido, mas também os desafios colocados ao CEIS brasileiro, sobretudo no que se refere ao acesso aos bens e serviços, aos seus custos e no que tange à crescente dependência de produtos, serviços e tecnologias importadas.<sup>5</sup> Tais tecnologias, associadas à denominada indústria 4.0, são tema da próxima seção.

## 2.2 Novas tecnologias portadoras de futuro

Nos últimos anos tem-se observado um desenvolvimento tecnológico intenso em várias áreas do conhecimento, com reflexos diferenciados sobre a atividade econômica, em geral, e sobre os serviços de atenção à saúde, em particular. Estaria em curso a possível “4ª Revolução Tecnológica”, que consubstanciaria o aprofundamento, de forma radical, dos determinantes e dos efeitos da revolução tecnológica anterior.

A chamada “3ª Revolução Industrial”, iniciada em fins dos anos 1970 e difundida nos anos 1980, foi fortemente influenciada por desdobramentos científicos e tecnológicos nas áreas de microeletrônica e de telecomunicações. O uso crescente de inovações nestes campos, cada vez mais interconectados, estabeleceu, por assim dizer, uma “era digital”, que permitiu, entre outras coisas, fortes ganhos de eficiência e de automação em processos produtivos e organizacionais em praticamente todos os setores econômicos.

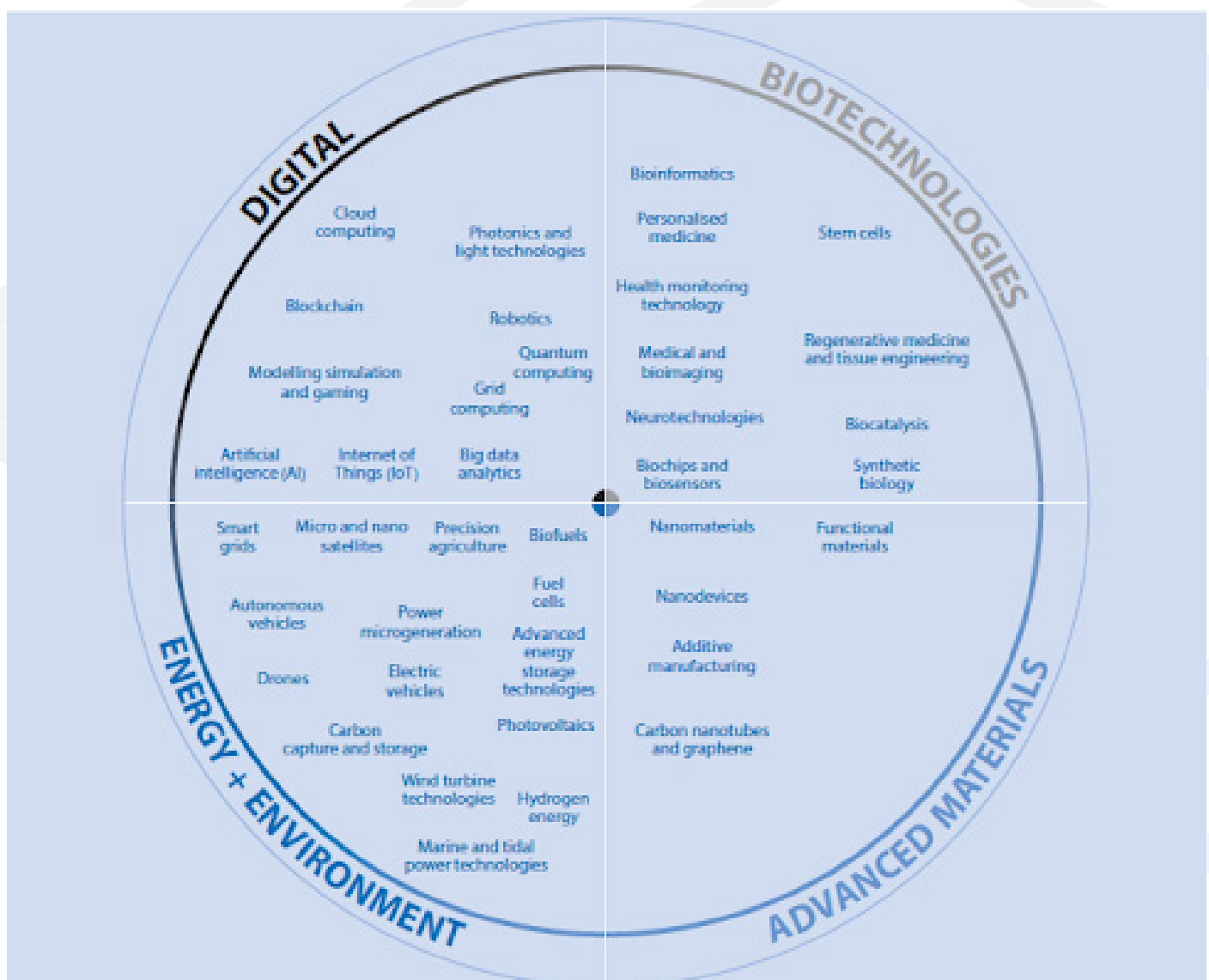
A partir da “4ª Revolução Tecnológica”, difundida nos anos 2010, as mudanças em curso foram aprofundadas e expandidas para outras áreas de conhecimento, como a inteligência artificial, a biotecnologia, a nanotecnologia, entre outras – todas agrupadas naquilo que se denominou “Indústria 4.0”. Esta última configurou um processo em que os fenômenos da digitalização e da automação se tornaram cada vez mais presentes em diferentes âmbitos da economia e da sociedade.

---

<sup>5</sup> Uma medida adequada de mensuração da vulnerabilidade estrutural do CEIS é o saldo da balança comercial em saúde, evidenciando o elevado coeficiente importado do Complexo (Gadelha, Temporão, 2018).

Em OCDE (2016) são elencadas 40 tecnologias “portadoras de futuro”, organizadas em quatro grandes áreas: digital, energia e meio ambiente, biotecnologia e materiais avançados. Estas tecnologias teriam impactos significativos, com potencial disruptivo, em grande parte dos setores da atividade econômica, o que justifica sua importância. A Figura 1 identifica essas tecnologias, agrupadas por áreas de conhecimento.

Figura 1 – Quarenta tecnologias portadoras de futuro



Fonte: OCDE (2016, p. 79).

Segundo Gadelha (2020), as principais tecnologias criadas, difundidas e utilizadas, em escala crescente, pelos segmentos do CEIS são: biotecnologia, nanotecnologia, edição genética, inteligência artificial, *big data*, internet das coisas e manufatura aditiva. Ou seja, as empresas do complexo seriam importantes usuárias e/ou difusoras de praticamente todas as tecnologias de três dos quatro quadrantes da Figura 1: tecnologias digitais, biotecnologias e tecnologias associadas a materiais avançados.

Para o autor, a aderência direta a essas novas tecnologias se deve a própria dinâmica econômica e tecnológica dos segmentos do que denominou CEIS 4.0. Os principais *players* do complexo, caracterizadamente intensivos em ciência e tecnologia, realizariam elevados investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), o que resultaria em um expressivo esforço inovativo que, malgrado a financeirização perversa que acompanha o desenvolvimento do capitalismo contemporâneo, seria a principal fonte de vantagem competitiva e o elemento fundamental que permitiria a acumulação de capital.

Tais empresas, além disso, seriam extremamente sensíveis às ações e políticas públicas de países desenvolvidos e alguns de renda média, como o Brasil. Nesses países, diversos mecanismos públicos de gasto, regulação, financiamento e tributação promoveriam e regulariam tanto um sistema nacional de inovação, em seus múltiplos aspectos e atores, quanto os serviços de atenção à saúde, sejam públicos ou privados. As decisões empresariais no âmbito dos segmentos CEIS e as atividades do Estado no que toca à saúde e à vida dos cidadãos estariam, portanto, interligadas, o que contribuiria para a difusão das novas tecnologias portadoras de futuro.

Um exemplo da capacidade do CEIS de internalizar e difundir novas tecnologias pode ser observado na análise da base de dados COR&DIP<sup>6</sup>, desenvolvida pela OCDE. A base conta com informações sobre as classes das patentes das 2.000 empresas que mais investem em P&D no mundo.<sup>6</sup> A identificação das classes (123), subclasses (538) e grupos (3.774) foi feita de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (em inglês, International Patent Classification ou IPC), em ordem crescente de detalhamento. A proposta, nesse caso, foi a identificação das mais

---

6 World Corporate Top R&D Investors: Industrial Property Strategies in the Digital Economy JRC/OECD COR&DIP<sup>©</sup> Database, v.2. 2019. Disponível em: < <https://survey2018.oecd.org/Survey.aspx?s=03d8572c-dd7f492aa1ed5350b7b9f044>>).



importantes tecnologias patenteadas pelas referidas empresas, em particular das empresas identificadas como pertencentes ao CEIS. Ou seja, a ideia foi evidenciar o estado arte das inovações no âmbito da indústria 4.0, em particular, as empreendidas por empresas pertencentes ao CEIS 4.0.

Para tanto, foi necessário, primeiro, elencar quais os setores considerados como pertencentes ao complexo – considerando o propósito dessa pesquisa – para então classificar as patentes de acordo com a sua tecnologia-chave. Em primeiro lugar, foram selecionados 29 setores pertencentes ao CEIS, utilizando como referência a Classificação Estatística de Atividades Econômicas na Comunidade Europeia (em inglês, *Statistical Classification of Economic Activities in the European Community, NACE Rev. 2*). Os setores selecionados estão explicitados no Quadro 1. Em segundo lugar, as patentes foram classificadas de acordo com a metodologia desenvolvida pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (em inglês, World Intellectual Property Organization ou WIPO) a partir do código IPC (ver Schmoch, 2008).

#### Quadro 1 – Setores NACE pertencentes ao CEIS

NACE 2.0	
21.10	Manufacture of basic pharmaceutical products
21.20	Manufacture of pharmaceutical preparations
26.60	Manufacture of irradiation, electromedical and electrotherapeutic equipment
32.50	Manufacture of medical and dental instruments and supplies
65.20	Reinsurance
65.30	Pension funding
72.11	Research and experimental development on biotechnology
86.10	Hospital activities
86.21	General medical practice activities
86.22	Specialist medical practice activities
86.23	Dental practice activities
86.90	Other human health activities
87.10	Residential nursing care activities
87.20	Residential care activities for mental retardation, mental health and substance abuse
87.30	Residential care activities for the elderly and disabled
87.90	Other residential care activities

Fonte: Elaboração própria.

Em análise preliminar, pode-se observar uma clara tendência inovativa dos segmentos do CEIS, em especial das empresas farmacêuticas e produtoras de equipamentos médicos. Entre 2014 e 2018, tais empresas solicitaram mais de 48.000 patentes (Tabela 1). A maior parte delas se concentra em tecnologias associadas às suas atividades-fim, como tecnologia médica e farmacêutica, mas há uma crescente participação de tecnologias associadas à indústria 4.0.

**Tabela 1 - Mapeamento da “interpenetração” das patentes em segmentos do CEIS, 2014-2018**

Tecnologia	Setor solicitante	Total			
	Equipamentos médicos	Fármacos	Serviços de atenção à saúde	Biotecnologia	
Telecomunicações	52	32	-	-	84
Comunicação digital	68	71	-	-	139
Processos básicos de comunicação	16	15	-	-	31
Tecnologia informática (inclui IA)	519	555	-	3	1.077
Métodos de TI para gerenciamento	40	62	-	-	102
Análise de materiais biológicos	295	881	-	38	1.214
Tecnologia médica	12.448	7.965	18	22	20.453
Química orgânica fina	39	5.834	-	209	6.082
Biotecnologia	340	4.878	-	539	5.757
Farmacêutica	209	11.731	12	856	12.808
Microestrutura e nanotecnologia	1	20	-	-	21
Tecnologia ambiental	49	116	-	-	165
Outros	60	46	-	1	107
<b>Total</b>	<b>14.136</b>	<b>32.206</b>	<b>30</b>	<b>1.668</b>	<b>48.040</b>

Fonte: JRC/OECD, COR&DIP© database v. 2, 2019. Elaboração própria.

Vale observar também que, na outra ponta, empresas associadas à telemática, à digitalização e ao armazenamento, processamento, análise e uso comercial de dados não estruturados em larga escala (*big data analytics*), comumente chamadas de *big tech*, estão crescentemente penetrando mercados antes restritos ao CEIS. Essa diluição das fronteiras setoriais tem ocorrido sobretudo porque as novas tecnologias associadas à digitalização, ao *big data* e à inteligência artificial, controladas mundialmente por gigantes como Alphabet (Google), Amazon, Facebook, IBM, Microsoft ou Tencent, têm aplicações amplas e crescentes nos serviços de atenção à saúde, na indústria farmacêutica e na indústria de equipamentos médicos.

Essa inter-relação tecnológica, ainda em expansão, tem criado novas oportunidades de negócio, tanto para as empresas do CEIS como para as empresas *big tech*. Tal efervescência abre espaço para o surgimento de novos entrantes, em especial pequenas empresas de base tecnológica, que surgem com o propósito de interligar as novas tecnologias digitais e intensivas em dados com aplicações de atenção à saúde. São *startups* do segmento chamado *medtech*, justamente porque nasceram para operar no segmento de tecnologias médicas, incluindo produtores ou prestadores de serviços em áreas como *digital health*, *non-invasive diagnostics* e *medical devices*.<sup>7</sup>

Segundo dados da European Patent Office (EPO), em 2019, foram submetidas mais de 181.000 patentes por empresas do mundo inteiro. Tecnologias farmacêuticas e biotecnologias responderam, respectivamente, por 4,3% e 3,8% do total. Já o segmento denominado *medical technology*, que inclui justamente empresas que solicitaram patentes que inter-relacionam tecnologias digitais e aplicações na área de saúde, representou 7,7% do total, percentual inferior apenas ao líder do conjunto de tecnologias, o segmento *digital communication* (7,9%). O segmento *medtech*, que dilui as fronteiras setoriais e representa uma das facetas do CEIS 4.0, submeteu ao EPO 24,2% mais patentes em 2019 do que em 2010, superando o total de patentes em todas classes, cujo crescimento totalizou, no mesmo período, 19,8% (EPO, 2020).

Apesar dos fortes indícios de uma crescente interpenetração da tecnologia 4.0 no âmbito do CEIS, é importante ressaltar que há diversos estágios para a adoção de tecnologias e que estes não necessariamente são patenteados. Por esse motivo, nem sempre as patentes captam, em sua completude, a típica tendência de interligação entre segmentos do CEIS 4.0. Como nem tudo é patenteado e nem tudo que é patenteado está pronto para se tornar uma inovação e ser comercializado, é preciso incorporar à análise informação qualitativas sobre os principais *players* do complexo (Seção 3), assim como uma extensa revisão bibliográfica (Seção 4). Assim, é possível ao menos mitigar tal limitação e auxiliar na identificação dos determinantes das inovações e, associadamente, da capacidade de as empresas adquirirem capacitações para criar, adotar, adaptar e desenvolver novas tecnologias – patenteadas ou não.

---

<sup>7</sup> Segundo a MedTech Europe (2020), existiam cerca de 32.000 empresas no segmento medtech, sendo 95% pequenas e médias.

### 3. CONFIGURAÇÃO ECONÔMICA DO CEIS

Embora o CEIS seja composto por diferentes subsistemas, que diferem em termos não somente setoriais, mas também quanto à estrutura de mercado e o padrão competitivo, o seu *core* é composto por um conjunto restrito de grandes empresas transnacionais, que têm elevado poder de mercado, domínio sobre patentes e outros ativos intangíveis estratégicos – que lhes permitem controlar e direcionar o avanço tecnológico – e influência sobre os próprios gastos globais em saúde.

Não obstante, há que se considerar que as tecnologias-chave identificadas no complexo são de interesse não somente das grandes empresas do CEIS, mas também de outros *players* empresariais – inclusive os de elevada intensidade tecnológica, pertencentes a setores ligados à indústria 4.0 – como discutido na Seção 2.2. Além disso, muitas tecnologias consideradas “4.0” têm uso dual, isso é, oferecem aplicações em diversos setores e não são exclusivas de empresas que têm seu *core business* no seio do CEIS. Adicionalmente, há grandes empresas, indutoras das mais importantes novas tecnologias, que integram o CEIS, mas que também operam em diversos outros setores, configurando-se como grandes conglomerados.

Pelos motivos expostos, é preciso analisar cuidadosamente as transformações nas estratégias de grandes *players* empresariais dentro e fora do CEIS, assim como os seus efeitos sobre a cadeia produtiva e os possíveis novos modelos de negócio que podem emergir a partir da difusão progressiva das novas tecnologias.

#### 3.1 Empresas líderes mundiais

De modo a identificar e qualificar os principais *players* nacionais e internacionais, no âmbito do CEIS 4.0, é possível utilizar, entre outras fontes de informação, a base de dados do *Euromonitor* e a *Global Fortune 500*. Em 2020, 29 das 500 maiores empresas do mundo eram do setor que a *Global Fortune 500* denominou como *health care*, entre elas há empresas de serviços de saúde e farmacêuticas, como apresentado nas Tabelas 2, 3 e 4.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Fortune Global 500. Disponível em: <https://fortune.com/global500/2020/search/?sector=Health%20Care>. Acesso em: out. de 2020.

**Tabela 2 - CEIS 4.0: Principais *players* mundiais, indústria farmacêutica**

Ranking	Empresa	País	Faturamento (US\$ milhões)	Empregados	Anos entre as 500 Maiores
79	China Resources	China	94.758	396.456	11
104	Johnson & Johnson	EUA	82.059	132.200	20
145	Sinopharm	China	70.690	155.622	8
171	Roche Group	Suíça	63.434	97.735	26
214	Bayer	Alemanha	51.807	103.824	26
215	Pfizer	EUA	51.750	88.300	26
225	Novartis	Suíça	50.486	103.914	26
256	Merck	EUA	46.840	71.000	26
282	GlaxoSmithKline	Reino Unido	43.073	99.437	26
289	Sanofi	França	42.119	100.409	16
378	AbbVie	EUA	33.266	30.000	5
414	Takeda Pharma	Japão	30.272	47.495	1
487	Bristol-Myers Squibb	EUA	26.145	30.000	17
	<b>Total</b>		<b>686.699</b>	<b>1.456.392</b>	

Fonte: Fortune Global 500, 2020.

A própria conceituação do CEIS enfatiza o fato de o complexo não se limitar às empresas farmacêuticas, nem somente aos setores tradicionalmente industriais, incluindo também subsistemas de serviços – particularmente relevantes quando se discute algumas das novas tecnologias portadoras de futuro, como o *big data*, o *data science* e a inteligência artificial.<sup>9</sup> Por isso, para efetivamente indicar os principais *players* do CEIS 4.0 é preciso considerar a indústria de equipamentos médicos e os serviços privados de atendimento à saúde. Os dados para a formação do *ranking* dos *players* mundiais na indústria de equipamentos médicos foram obtidos na *Euromonitor* (Tabela 3) enquanto as empresas de serviços de atendimento à saúde são contempladas na *Fortune Global 500* (Tabela 4).

<sup>9</sup> Gadelha (2020) define o CEIS como sendo composto por três subsistemas: o de base química e biotecnológica, o de base mecânica, eletrônica e de materiais e o de serviços. Ou seja, vale a classificação dos subsistemas de saúde do CEIS incorpora, além do setor industrial, o setor de serviços especializados e de atenção básica. Ademais, o autor chama atenção para um novo subsistema, de informação e conectividade, delimitado a partir do surgimento de atividades relacionadas à “Revolução 4.0”.

**Tabela 3 - CEIS 4.0: Principais *players* mundiais, indústria de equipamentos médicos, 2019**

Empresa	País	Faturamento (US\$ milhões)
Johnson & Johnson Inc	EUA	34.691
Medtronic Inc	Irlanda	34.481
Siemens AG	Alemanha	19.320
GE Healthcare	EUA	16.838
Abbott Laboratories Inc	EUA	16.157
Stryker Corp	EUA	13.840
Cardinal Health Inc	EUA	13.110
Becton, Dickinson & Co	EUA	10.760
Boston Scientific Corp	EUA	10.063
Koninklijke Philips Electronics NV	Holanda	8.982
Fresenius SE & Co KGaA	Alemanha	7.095
Smith & Nephew Plc	Reino Unido	5.419
Outras		166.179
<b>Total</b>		<b>356.935</b>

Fonte: Euromonitor.

**Tabela 4 - CEIS 4.0: Principais *players* mundiais, serviços privados de atendimento à saúde, 2019**

Ranking	Empresa	País	Faturamento (US\$ milhões)	Empregados	Anos entre as 500 Maiores
13	CVS Health	EUA	256.776	290.000	25
15	UnitedHealth	EUA	242.155	325.000	24
32	Cigna	EUA	153.566	73.700	25
68	Anthem	EUA	104.213	70.600	19
127	Centene	EUA	74.639	56.600	5
166	Humana	EUA	64.888	46.000	22
219	HCA Healthcare	EUA	51.336	245.000	26
313	Fresenius	Alemanha	39.632	294.134	11
	<b>Total</b>		<b>987.205</b>	<b>1.401.034</b>	

Fonte: Fortune Global 500, 2020.

A análise dos dados fornece indícios de que grande parte dos segmentos do CEIS é composta por empresas de grande porte, com atuação global e muitas vezes multissetorial. O padrão de concorrência pressupõe, como discutido anteriormente, o permanente investimento em PD&I como

forma de obtenção de vantagens competitivas e, dessa forma, lucros extraordinários e crescentes.

A título de exemplificação desse argumento, as Tabelas 5 a 7 mostram a importância das grandes empresas do CEIS como solicitantes de patentes, ilustrando, mais uma vez, a importância competitiva dos cada vez mais intensos investimentos em PD&I.

**Tabela 5 – Tecnologias médicas: maiores solicitantes de patentes no EPO, 2019**

Ranking	Empresa	Solicitações
1	Johnson & Johnson	703
2	Royal Philips	621
3	Medtronic Plc	520
4	Boston Scientific Corporation	305
5	Becton Dickinson & Company	199
6	Sanofi SA	133
7	Fresenius Se & Co. Kгаа	119
8	Procter & Gamble Company	116
9	Intuitive Surgical Operations, Inc.	107
10	Samsung Group	106
11	Edwards Lifesciences Corporation	94
12	Biotronik Se & Co. Kg	92
13	Fujifilm Corporation	87
14	Terumo Corporation	81
15	St. Jude Medical	79
16	3m Company	77
17	Shl Medical Ag	76
18	Smith & Nephew Plc	74
19	Haier Group	67
20	Kci Holding Company, Inc.	61
21	Stryker Corporation	59
22	B. Braun Melsungen Ag	56
23	Alcon Inc.	55
24	Siemens Ag	55
25	Sony Corporation	55
	Outras	9.836
	<b>Total</b>	<b>13.833</b>

Fonte: EPO (2020).

**Tabela 6 – Tecnologias farmacêuticas: maiores solicitantes de patentes no EPO, 2019**

Ranking	Empresa	Solicitações
1	Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale (INSERM)	93
2	Novartis Ag	88
3	Merck & Co	84
4	Johnson & Johnson	75
5	University Of California	64
6	Boehringer Ingelheim Pharma Gmbh & Co. Kg	55
7	Glaxo Smith Kline	55
8	Hoffmann-La Roche Ltd	54
9	Nestle SA	53
10	Bayer Ag	46
11	Sanofi SA	42
12	Ascendis Pharma A/S	39
13	University Of Pennsylvania	29
14	Leland Stanford Junior University	28
15	Memorial Sloan Kettering Cancer Center	28
16	University Of Texas System	27
17	Dsm N.V.	26
18	Merck Kgaa	24
19	Pfizer, Inc.	24
20	Evonik Ag	23
21	The General Hospital Corporation	23
22	The Government of the United States of America as Represented by the Secretary of the Department of Health and Human Services	23
23	Immatics Biotechnologies Gmbh	22
24	Amgen, Inc.	21
25	Astrazeneca Plc	21
	Outras	6.723
	<b>Total</b>	<b>7.697</b>

Fonte: EPO (2020).

**Tabela 7 – Biotecnologia: maiores solicitantes de patentes no EPO, 2019**

Ranking	Empresa	Solicitações
1	Hoffmann-La Roche Ltd	226
2	Dsm N.V.	112
3	Institut National de la Sante et de la Recherche Medicale (INSERM)	91
4	Novozymes SA	90



5	Basf Se	66
6	Sanofi SA	65
7	University Of California	52
8	E. I. Du Pont de Nemours and Company	44
9	Novartis Ag	42
10	Bayer Ag	39
11	Cj Cheiljedang Corporation	38
12	Harvard College	38
13	Qiagen Nv	37
14	Boehringer Ingelheim Pharma Gmbh & Co. Kg	35
15	Bristol-Myers Squibb Company	34
16	Johnson & Johnson	34
17	Regeneron Pharmaceuticals, Inc.	34
18	Chugai Seiyaku Kabushiki Kaisha	32
19	The Government of the United States of America as Represented by the Secretary of the Department of Health and Human Services	31
20	Life Technologies Corporation	30
21	Amgen, Inc.	29
22	Centre National De La Recherche Scientifique (CNRS)	29
23	Evonik Ag	29
24	Max-Planck-Gesellschaft Zur Förderung Der Wissenschaften E.V.	29
25	Merck Kgaa	28
<b>26</b>	Vib Vzm	<b>28</b>
	Outras	<b>4.343</b>
	<b>Total</b>	<b>5.685</b>

Fonte: EPO (2020).

Como consequência, em boa parte dos segmentos do CEIS predomina a concentração e a centralização do capital. O poder de mercado das empresas líderes desses segmentos está entre os mais destacados no conjunto de todas as atividades econômicas, sendo o mesmo válido para as empresas *big tech*, como pode ser observado na Tabela 8.

**Tabela 8 – Big tech: principais players Mundiais**

Ranking	Empresa	País	Faturamento (US\$ milhões)	Empregados	Anos entre as 500 Maiores
9	Amazon.com	EUA	280.522	798.000	12
29	Alphabet	EUA	161.857	118.899	12
47	Microsoft	EUA	125.843	144.000	23

102	JD.com	China	83.505	227.730	5
118	IBM	EUA	77.147	383.800	26
132	Alibaba Group Holding	China	73.166	117.600	4
144	Facebook	EUA	70.697	44.942	4
197	Tencent Holdings	China	54.613	62.885	4
314	Oracle	EUA	39.506	136.000	14
404	SAP	Alemanha	30.839	100.330	5
422	Xiaomi	China	29.795	18.170	2
	<b>Total</b>		<b>1.027.490</b>	<b>2.152.356</b>	

Fonte: Fortune Global 500, 2020.

Neste caso, é perceptível a presença de antigos *players* do setor de informática, como IBM, Microsoft, Oracle e SAP, mas também as *new commers*, como Amazon, Alphabet e Alibaba, surgidas após o *boom* da internet e cuja estratégia comercial tem base na utilização de dados pessoais em larga escala. Ou seja, em comum, as *new commers* têm o ímpeto para o crescimento baseado na digitalização e no *big data analytics*, mesmo que tenham surgido em dormitórios estudantis, como foi o caso do Facebook.

Os Quadros 2 e 3 sintetizam as principais características econômicas e o padrão de concorrência das empresas do CEIS 4.0, incluindo, como ilustração, a participação das empresas *big tech*.

#### Quadro 2 – CEIS 4.0: dimensão de alguns segmentos

Segmentos CEIS	Faturamento líderes globais	Empregados
Indústria Farmacêutica	US\$ 687 bilhões	6,1 milhões
Indústria de Equipamentos Médicos	US\$ 191 bilhões	2,1 milhões
Serviços Privados de Atendimento à Saúde	US\$ 987 bilhões	72,7 milhões
<i>Big Tech</i>	US\$ 1 trilhão	-

Fonte: Fortune Global 500 e Euromonitor.

### Quadro 3 – CEIS 4.0: características e tendências de alguns segmentos

Segmentos CEIS	Algumas características econômicas
Indústria farmacêutica	Oligopólio concentrado mundialmente
	Crescentemente intensivo em PD&I
	Lucros extraordinários crescentes
	Financeirização crescente
Indústria de equipamentos médicos	Oligopólio concentrado mundialmente, mas com empresas menores operando em nichos ou em segmentos mais <i>commoditizados</i>
	Intensivo em PD&I
Serviços privados de atendimento à saúde	Recente concentração e desnacionalização
	Intensivo em gestão e mão de obra especializada
	Financeirização crescente
<i>Big tech</i>	Oligopólio concentrado mundialmente
	Crescentemente intensivo em PD&I
	Lucros extraordinários crescentes
	Financeirização crescente

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

De maneira geral, as empresas líderes do CEIS, juntamente com as *big tech* atuantes em diversos segmentos nos quais tecnologias digitais e aplicações médicas convergem, são os atores principais na difusão das novas tecnologias. No entanto, o grau de adoção das mesmas depende, em grande medida, da capacidade econômica dos serviços de atenção à saúde, públicos e privados: os principais demandantes. O Quadro 4 sintetiza a atuação dos principais segmentos do CEIS no que tange à difusão e demanda de novas tecnologias, ditas portadoras de futuro, ou ainda, integrantes da indústria 4.0.

#### Quadro 4 – Síntese da atuação das empresas dos principais segmentos do CEIS nas tecnologias portadoras de futuro

Segmentos CEIS	Atuação em tecnologias da "Indústria 4.0"
Indústria Farmacêutica	<p>Usuário de tecnologias "digitais"</p> <p>Difusor de "biotecnologias"</p> <p>Novos fármacos: omics, biotecnologia e IA</p> <p>Aquisição e parcerias com startups MedTech</p> <p>•Parcerias com BigTech</p>
Indústria de Equipamentos Médicos	<p>Difusor de tecnologias "digitais", de novos materiais e de manufatura aditiva</p> <p>Medicina de precisão: IoT e nanotecnologia</p> <p>Servitização sobretudo através de IA/BigData</p> <p>Aquisição e parcerias com startups MedTech</p>
Serviços Privados de Atendimento à Saúde	<p>Usuário das tecnologias: demanda crescente</p> <p>Diagnóstico: IA/BigData e telemedicina</p> <p>Prevenção: medicina de precisão e wearables</p> <p>Verticalização e parcerias com BigTech e MedTech</p>
BigTech	<p>•Segmento líder para difusão e controle da tecnologia</p> <p>•Foco em IA/BigData e wearables</p> <p>•Verticalização: aquisição de MedTechs</p> <p>•Parcerias estratégicas com demais segmentos</p>

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados da pesquisa.

Por fim, é importante considerar ainda a incorporação de uma nova estratégia de acumulação, voltada à geração de valor aos acionistas, sendo esta última, muitas vezes, senão na maioria delas, obtida por meio de decisões desvinculadas do âmbito produtivo, como é o caso das F&A. Estas últimas, apesar de compatíveis com a estratégia de valorização acionária, têm sido crescentemente associadas à busca pela aquisição e controle do conhecimento novo incorporado em ativos tecnológicos protegidos ou não por patentes. Tal processo é intensificado pelo fato de a trajetória tecnológica ter alcançado tal patamar que dificilmente empresas menores, mesmo que aptas ao desenvolvimento de fases relevante do processo inovativo, são capazes de levar a cabo todo o processo desde a inovação até o seu registro e regulamentação.<sup>10</sup>

A concentração do capital associa-se à descentralização produtiva implicando, para o caso

<sup>10</sup> A análise dos dados disponíveis sobre as F&A ocorridas entre 2000 e 2018 podem ser verificadas no estudo do Eixo 2.1 desta pesquisa.

brasileiro, não só a desnacionalização, com potencial perda de autonomia decisória e estratégica das unidades empresariais localizadas no país, mas a maior dificuldade de se conduzir internamente práticas de PD&I – tanto em empresas quanto em instituições públicas e privadas de pesquisa. Por esse motivo, torna-se imprescindível avaliar especificamente a estrutura da oferta no Brasil, tema da próxima seção.

### 3.2 Estrutura da oferta no Brasil

A essa altura pretende-se, de maneira exploratória, analisar os segmentos do CEIS brasileiro que *demandarão*, serão usuários e eventualmente *ofertarão* as novas tecnologias identificadas na Seção 3.1. Em linha com a metodologia utilizada na seção anterior, é proposta uma tipologia preliminar de apresentação das principais características e tendências desses segmentos.

O número de empresas brasileiras, assim como o de seus empregados e salários, por código CNAE, pode ser obtido em diferentes bases de dados. O Cadastro Central de Empresas (Cempre) é composto por informações anuais sobre o número de empresas, número de unidades locais, pessoal ocupado, pessoal assalariado, salários e outras remunerações, desagregadas por níveis da CNAE ou geográficos. Já a Pesquisa Industrial Anual – Empresa (PIA-Empresa) é desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e tem como objetivo apresentar, em séries temporais, as características estruturais das empresas da indústria extrativa e de transformação no Brasil.

Nas Tabelas 9 e 10 são apresentados os dados obtidos junto ao Cempre, no período 2009-2018. Ao final do período, as empresas formais do CEIS totalizavam mais de 229 mil unidades, ou cerca de 5% do total do Brasil (ante 3% em 2009). O destaque vai para as atividades de atenção à saúde, representadas por serviços hospitalares (CNAE 86.1) e ambulatoriais (CNAE 86.3). É importante ressaltar também o crescimento do número de empresas: 89% entre 2009 e 2018. Nesse período, o destaque é justamente o crescimento dos setores de atenção à saúde: mais de 5.000 novos hospitais e 78.000 clínicas contribuíram para o aumento do número de empresas do CEIS ativas (Tabela 9).

**Tabela 9 – CEIS no Brasil: número de empresas formais, 2009-2018**

Setor de Atividades (CNAE 2.0)	2009	2018	Δ %
21.1 Fabricação de produtos farmoquímicos	138	91	-34%
21.2 Fabricação de produtos farmacêuticos	812	533	-34%
26.6 Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	392	280	-29%
32.5 Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	2.674	5.136	92%
65.2 Seguros-saúde	101	8	-92%
65.5 Planos de saúde	1.157	1.058	-9%
72.1 Pesquisa e desenvolvimento experimental em ciências físicas e naturais	666	977	47%
86.1 Atividades de atendimento hospitalar	8.036	13.094	63%
86.2 Serviços móveis de atendimento a urgências e de remoção de pacientes	342	755	121%
86.3 Atividades de atenção ambulatorial executadas por médicos e odontólogos	53.147	131.731	148%
86.4 Atividades de serviços de complementação diagnóstica e terapêutica	18.629	25.136	35%
86.5 Atividades de profissionais da área de saúde, exceto médicos e odontólogos	22.993	37.604	64%
86.6 Atividades de apoio à gestão de saúde	907	1.324	46%
86.9 Atividades de atenção à saúde humana não especificadas anteriormente	7.813	4.294	-45%
87.1 Atividades de assistência a idosos, deficientes físicos, imunodeprimidos e convalescentes (...)	1.289	4.596	257%
87.2 Atividades de assistência psicossocial e à saúde a portadores de distúrbios psíquicos, deficiência mental e dependência química	244	672	175%
87.3 Atividades de assistência social prestadas em residências coletivas e particulares	207	83	-60%
<i>Selecionados que integram o CEIS</i>	<i>121.556</i>	<i>229.390</i>	<i>89%</i>
Total das atividades	4.328.665	4.459.216	3%

Fonte: Cempre/IBGE. Elaboração própria.

No que tange ao emprego, é observada a mesma tendência. Isto é, há um crescimento da participação do CEIS nos empregos formais do país: de 3,1% em 2009 para 4,7% em 2018, o que significou a geração de mais de 1,8 milhões de postos de trabalho formais (Tabela 10).<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Os dados de emprego são melhor discutidos nos estudos do Eixo 1 desta pesquisa.

**Tabela 10 – CEIS no Brasil: pessoal ocupado em empresas formais, 2009-2018**

Setor de atividades (CNAE 2.0)	2009	2018	Δ%
21.1 Fabricação de produtos farmoquímicos	2.291	2.024	-12%
21.2 Fabricação de produtos farmacêuticos	91.253	106.985	17%
26.6 Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	7.090	10.444	47%
32.5 Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	45.284	65.092	44%
65.2 Seguros-saúde	6.196	5.276	-15%
65.5 Planos de saúde	78.786	171.072	117%
72.1 Pesquisa e desenvolvimento experimental em ciências físicas e naturais	15.156	23.645	56%
86.1 Atividades de atendimento hospitalar	311.567	452.708	45%
86.2 Serviços móveis de atendimento a urgências e de remoção de pacientes	6.039	13.565	125%
86.3 Atividades de atenção ambulatorial executadas por médicos e odontólogos	202.181	459.010	127%
86.4 Atividades de serviços de complementação diagnóstica e terapêutica	170.733	300.749	76%
86.5 Atividades de profissionais da área de saúde, exceto médicos e odontólogos	79.752	109.605	37%
86.6 Atividades de apoio à gestão de saúde	5.515	7.526	36%
86.9 Atividades de atenção à saúde humana não especificadas anteriormente	43.842	19.782	-55%
87.1 Atividades de assistência a idosos, deficientes físicos, imunodeprimidos e convalescentes (...)	10.620	51.094	381%
87.2 Atividades de assistência psicossocial e à saúde a portadores de distúrbios psíquicos, deficiência mental e dependência química	1.460	4.366	199%
87.3 Atividades de assistência social prestadas em residências coletivas e particulares	1.124	425	-62%
<b>Total CEIS</b>	<b>1.078.889</b>	<b>1.803.368</b>	<b>67%</b>
<b>Total das atividades</b>	<b>34.436.929</b>	<b>38.772.831</b>	<b>13%</b>

Fonte: Cempre/IBGE. Elaboração própria.

Analisando apenas as empresas industriais ligadas ao CEIS, a partir da Pesquisa Industrial Anual (PIA/IBGE), têm-se um quadro mais completo desses segmentos. Em primeiro lugar, é importante ressaltar a menor quantidade de empresas: em 2018 existiam apenas 611 empresas com mais de 30 funcionários, um crescimento de 5% em relação ao ano de 2009, o que representa menos de 2% do total de empresas industriais do complexo operando no Brasil (Tabelas 11).

**Tabela 11 – “CEIS industrial” e indústria de transformação no Brasil: número de empresas ativas com mais de 30 funcionários, 2009-2018**

Setor de atividades (CNAE 2.0)	2009	2018	Δ%
21.1 Fabricação de produtos farmoquímicos	19	19	0%
21.2 Fabricação de produtos farmacêuticos	279	232	-17%
26.6 Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	39	35	-10%
32.5 Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	247	325	32%
<b>“CEIS industrial”</b>	<b>584</b>	<b>611</b>	<b>5%</b>
<b>Total da indústria de transformação</b>	<b>35.421</b>	<b>32.226</b>	<b>-9%</b>

Fonte: PIA/IBGE. Elaboração própria.

**Tabela 12 – “CEIS industrial” e indústria de transformação no Brasil: pessoal ocupado em empresas ativas com mais de 30 funcionários, 2009-2018**

Setor de atividades (CNAE 2.0)	2009	2018	Δ2018/09 (%)	%2009	%2018
21.1 Fabricação de produtos farmoquímicos	1.486	1.574	6%	0,03	0,03
21.2 Fabricação de produtos farmacêuticos	89.338	104.189	17%	1,54	1,83
26.6 Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	3.763	7.518	100%	0,06	0,13
32.5 Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	29.371	42.357	44%	0,51	0,74
<b>“CEIS industrial”</b>	<b>123.958</b>	<b>155.638</b>	<b>26%</b>	<b>2,14</b>	<b>2,73</b>
<b>Total da indústria de transformação</b>	<b>5.801.561</b>	<b>5.701.587</b>	<b>-2%</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

Fonte: PIA/IBGE. Elaboração própria.

Já do ponto de vista do faturamento, as empresas industriais do CEIS apresentam uma relevância maior: respondiam, em 2018, por mais de 2,7% do total da receita líquida de vendas do conjunto da indústria de transformação, revelando um crescimento em relação ao ano de 2009, quando essa participação era de 2,4%. Novamente, o destaque é a indústria farmacêutica que faturou, em 2018, quase R\$ 67 bilhões, ou seja, o equivalente a 2,2% do total da indústria de transformação (Tabela 13).



**Tabela 13 – “CEIS industrial” e indústria de transformação no Brasil: receita líquida de vendas – em R\$ milhares correntes, 2009-2018**

Setor de atividades (CNAE 2.0)	2009	2018	Δ%
21.1 Fabricação de produtos farmoquímicos	730.710	1.566.966	114%
21.2 Fabricação de produtos farmacêuticos	54.920.031	66.500.078	21%
26.6 Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	1.254.068	2.796.591	123%
32.5 Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	6.717.617	10.446.447	56%
<b>“CEIS industrial”</b>	<b>63.622.426</b>	<b>81.310.082</b>	<b>28%</b>
<b>Total da indústria de transformação</b>	<b>2.571.210.249</b>	<b>3.001.272.779</b>	<b>17%</b>

Fonte: PIA/IBGE. Elaboração própria.

Em 2018, o salário médio no “CEIS industrial” foi 64% superior ao mesmo indicador para o conjunto da indústria de transformação, o que revela o perfil mais qualificado do pessoal ocupado nas atividades industriais associadas ao CEIS. Além disso, no subsegmento farmacêutico, o salário médio foi o dobro da remuneração média do total dos outros setores industriais (Tabela 14).

**Tabela 14 – “CEIS industrial” e indústria de transformação no Brasil: salário médio do pessoal ocupado – em R\$ milhares correntes, 2009-2018**

Setor de atividades (CNAE 2.0)	2009	2018	Δ 2018/09 (%)
21.1 Fabricação de produtos farmoquímicos	23.881	59.856	151%
21.2 Fabricação de produtos farmacêuticos	48.260	89.870	86%
26.6 Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	26.233	52.366	100%
32.5 Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	19.979	40.508	103%
<b>“CEIS industrial”</b>	<b>40.598</b>	<b>74.321</b>	<b>83%</b>
<b>Total da indústria de transformação</b>	<b>23.922</b>	<b>45.254</b>	<b>89%</b>

Fonte: PIA/IBGE. Elaboração própria.

## 4. CEIS 4.0 E TRAJETÓRIAS DE DIFUSÃO DAS NOVAS TECNOLOGIAS: UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA

O objetivo dessa seção é resgatar a discussão apresentada na Seção 2, no âmbito do cenário competitivo apresentado na Seção 3, para propor uma metodologia preliminar que fundamente a discussão sobre o *upgrading* tecnológico do CEIS brasileiro a partir da trajetória de difusão interna das novas tecnologias apresentadas na Seção 2.1.

Espera-se, portanto, que essa metodologia auxilie na avaliação das possibilidades de difusão de novas tecnologias com potencial de impactar o desenvolvimento tecnológico e, associadamente, os serviços de atenção à saúde no Brasil. A capacidade de as empresas criarem, adotarem, adaptarem, difundirem e desenvolverem novas tecnologias ultrapassa uma análise intrafirma, devendo incluir considerações a respeito do desenvolvimento tecnológico na indústria e no País como um todo, de modo a tornar possível mensurar o nível de capacitação contido na estrutura produtiva brasileira.

### 4.1 *Technological upgrading*

O resgate do arcabouço teórico realizado nesta seção se justifica pela existência de diferentes interpretações acerca dos fatores relevantes para a internalização das tecnologias necessárias ao desenvolvimento tecnológico nacional; principalmente, pelas limitações encontradas nas abordagens originalmente pensadas a partir da realidade dos países centrais, isto é, daqueles que lograram atingir maiores níveis de desenvolvimento socioeconômico e cujas empresas e instituições comandam a dinâmica financeira e tecnológica do capitalismo contemporâneo.

A principal falha das abordagens tradicionais é não considerar mudanças geopolíticas, produtivas e tecnológicas que alteraram o padrão competitivo no decorrer do tempo, impedindo a reprodução pelos países emergentes da experiência dos países centrais quando tinham um nível de renda diferente do atual (Greenwald, Stiglitz, 2013). Nesse contexto, a microeconomia evolucionária descreve o *catching-up* tecnológico como um processo gradual, orientado pela trajetória percorrida pelos países no processo de desenvolvimento. Como apontado por Dutrénit (2004), o acúmulo de capacitações tecnológicas pelas empresas, a implantação das mesmas, assim como a gestão estratégica do conhecimento associada a essa implantação configuram um processo contínuo e

essencialmente complexo. Em linha com Lall (1992) e Bell e Pavitt (1995), o argumento é que o processo de acúmulo de capacitações tecnológicas por grandes empresas industriais, baseado na interação entre incentivos, capacidades e instituições, é chave para o entendimento do processo de desenvolvimento industrial e tecnológico de países emergentes.

Lin (2012), por sua vez, questiona a perspectiva evolucionária, sugerindo que o processo de desenvolvimento econômico seja baseado em indústrias e tecnologias compatíveis com as vantagens comparativas do país analisado – desde que alinhadas à dinâmica em curso nos países avançados. Basicamente, a ideia das vantagens comparativas latentes propõe a possibilidade de dinamização econômica, via *upgrading* tecnológico, a partir daqueles setores intensivos no fator de produção abundante no país em desenvolvimento e com elevado dinamismo nos países desenvolvidos. Em suma, a política pública deveria aproveitar, e não desafiar, os supostos fundamentos presentes na economia.

Nesta mesma linha, Hausmann e Rodrik (2003) argumentam haver subsistemas de elevado potencial tecnológico que não são devidamente explorados devido à elevada incerteza no que tange aos custos e desafios associados à produção local. Por isso, caberia à política pública a criação dos incentivos necessários ao investimento em P&D, de modo a definir quais os subsistemas com vantagens comparativas latentes, gerando externalidades positivas do investimento público e privado em novos mercados.

Apesar de comprovadas empiricamente (Lee, 2013; Bruno et al., 2015), as vantagens comparativas latentes se demonstram mais válidas na transição de países de renda baixa para média que entre os de renda média e alta, como o Brasil (Radošević, Yoruk, 2016). Afinal, são inúmeros os obstáculos impostos a uma estratégia de desenvolvimento baseada na internalização de indústrias intensivas em fatores escassos, cujas tecnologias não são dominadas pelas empresas locais, apesar de o serem nos países desenvolvidos (Ray, 1998; Ambrózio et al., 2018)

Como argumentado por Lee (2013), países que foram alçados ao nível de alta renda priorizaram a mudança estrutural, alcançada pela diversificação tecnológica obtida via novas tecnologias, em detrimento da imitação de indústrias maduras no exterior. O autor denomina *leapfrogging* a possibilidade de ocorrência de um salto tecnológico na indústria nacional, resultado do aproveitamento de uma janela de oportunidade quanto à difusão de uma nova tecnologia.

Tal processo seria disruptivo, apesar de fortemente dependente da capacitação tecnológica acumulada, ou seja, seria função do próprio esforço tecnológico, inclusive da cumulatividade dos avanços técnicos, da previsibilidade da trajetória tecnológica e da base de conhecimento existente. O problema nesse caso seria a identificação das tecnologias nas quais se deve investir, principalmente em um país com uma estrutura produtiva diversificada como o Brasil.

Uma terceira abordagem fundamental para a construção do arcabouço teórico subjacente à discussão a respeito do desenvolvimento tecnológico é a das cadeias globais de valor (CGV). Nesse caso, a motivação reside na capacitação de um país para a geração de valor agregado, no sentido de produzir e comercializar bens e serviços mais sofisticados tecnologicamente. Essa capacitação, como na abordagem evolucionária, é gradual, de atividades de menor para atividades de maior valor agregado. No entanto, como apontado por Yoruk (2013), o problema de reduzir a capacitação ao *learning by doing* e *learning by exporting*<sup>12</sup> é desconsiderar a importância das redes de conhecimento, responsáveis pela capacitação das empresas nacionais em justamente internalizar o conhecimento e o aprendizado tecnológico.

Nesse contexto, o desenvolvimento de uma metodologia que capte a complexidade do desenvolvimento tecnológico em um país como o Brasil, não se limitando a uma análise restrita a uma dimensão específica, ou seja, reconhecendo o desenvolvimento tecnológico como um processo multinível e multidimensional, requer que se considere a interação da economia brasileira com a economia global, a infraestrutura física, organizacional e de capital humano presente no país em relação ao resto do mundo, as capacitações produtivas e tecnológicas dos *players* nacionais, assim como os seus efeitos sobre a cadeia produtiva, os possíveis novos modelos de negócio que emergirão com a difusão (e desejável internalização) progressiva dessas inovações e as oportunidades e limites de utilização das mesmas no sistema produtivo brasileiro. Uma tentativa preliminar de desenvolver uma metodologia de avaliação das capacitações produtivas presentes no Brasil é realizada na próxima seção.

## 4.2 Uma abordagem metodológica

A avaliação das capacitações das empresas e indústrias brasileiras, no que diz respeito a adoção

---

12 Tradução: aprender fazendo e aprender exportando.

e internalização das novas tecnologias, transborda uma análise intrafirma, devendo incluir considerações a respeito de fatores setoriais e especificidades nacionais. Nesse contexto, e a partir da contribuição de Radosevic e Yoruk (2016; 2018), este trabalho parte de algumas hipóteses-centrais em relação ao *upgrading tecnológico*: i) é um processo multinível e multidimensional; ii) não é redutível a uma única variável, ou seja, prevê uma compreensão mais ampla da tecnologia; iii) requer a mudança estrutural, sendo este também um processo multidimensional; v) é resultado das interações entre os atores globais e as atividades locais de acumulação tecnológica no âmbito do sistema nacional de inovação (SNI).

A metodologia desenvolvida a partir das hipóteses definidas possui três níveis: empresa (intensidade do desenvolvimento tecnológico), indústria (escopo e mudança estrutural) e país (interação com a economia global) (Quadro 5).

#### Quadro 5 – Dimensões do *upgrading tecnológico* e seus componentes

Dimensão	Componente
Intensidade do desenvolvimento tecnológico	Capacitações produtivas
	Capacitações tecnológicas
	P&D e intensidade do conhecimento
Escopo do desenvolvimento tecnológico	Infraestrutura física, organizacional e de capital humano
	Mudança estrutural
	Capacitações ao nível da firma
Interação com a economia global	Troca de tecnologia e conhecimento

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Radosevic e Yoruk (2016).

No âmbito da empresa, é considerada a evolução das capacitações produtivas, tecnológicas e de inovação. O objetivo é identificar a capacidade atual e potencial dos *players* nacionais de criar, produzir, transformar e desenvolver novos produtos, processos e tecnologias.<sup>13</sup> No âmbito da indústria, o foco passa a ser a estrutura física, organizacional e de capital humano necessárias à

<sup>13</sup> A capacidade produtiva diz respeito à capacidade de produzir, dado o patamar tecnológico nacional, a níveis mundiais de eficiência e produtividade. Tal acúmulo deve ser acompanhado por uma infraestrutura organizacional e institucional que suporte a aquisição de capacidades tecnológicas. A capacitação tecnológica, por sua vez, é um processo não linear e endógeno, que exige um conjunto de condições técnicas, financeiras e organizacionais para a mudança estrutural.

mudança estrutural.<sup>14</sup> Nesse caso, é preciso verificar a capacidade de alterar produtos, processos e tecnologias sistematicamente. Para o País, destaca-se, na sua relação com o exterior, a importação, absorção e troca de conhecimento e tecnologia.<sup>15</sup>

Definido o desenho da pesquisa, é realizada uma proposta preliminar de metodologia empírica, baseada na contribuição de Radosevic e Yoruk (2018). Buscou-se captar cada uma das dimensões apresentadas – intensidade do desenvolvimento tecnológico, da mudança estrutural e da interação do país com a economia global – por meio de um ou mais componentes, também sintetizados no Quadro 4, mensurados por diferentes variáveis (Quadro 5).

Em relação à dimensão da intensidade do desenvolvimento tecnológico, a capacitação produtiva poderia ser mensurada pelos pedidos de registro de marcas por residentes e pelo treinamento no local de trabalho. A primeira variável visa captar a capacidade produtiva vigente no setor, enquanto a segunda aproxima o potencial do capital humano de trabalhar de forma eficaz com a tecnologia fornecida. A *proxy* para as capacitações tecnológicas são os pedidos de patentes feitos por residentes em seus respectivos escritórios nacionais,<sup>16</sup> enquanto o P&D, apesar de altamente relacionado às últimas, é definido como um componente isolado,<sup>17</sup> podendo ser captado por diferentes variáveis, entre elas: gastos com P&D, em geral e do setor – ambos como % do PIB, pesquisadores e

---

14 Vale destacar que o capital humano é componente estrutural do desenvolvimento tecnológico, ou seja, a internalização de novas tecnologias, no âmbito do CEIS 4.0, não acarretará as mudanças esperadas sem uma mão de obra qualificada para usá-las, modificá-las e desenvolvê-las intrafirma. A força de trabalho chave para a capacitação produtiva são engenheiros e técnicos qualificados, envolvidos com a engenharia de produto e processo focada em inovações incrementais para melhorias.

15 A importação, absorção e troca de conhecimento e tecnologia podem ocorrer via comércio (importação de tecnologia incorporada), IDE, propriedade intelectual (importação de conhecimento) e cooperação em P&D. Os efeitos sobre a atualização tecnológica são muito dependentes da conformação do Sistema Nacional de Inovação. A Seção 3.3 discute alguns aspectos das fragilidades estruturais do CEIS brasileiro no âmbito do comércio internacional.

16 Como sublinhado por Radosevic e Yoruk (2018), apesar do viés intrínseco às patentes e de sempre existirem exceções à regra, a hipótese é a de que os residentes solicitarão patentes em seus países de origem, e não no exterior, quando suas atividades tecnológicas não tiverem relevância para a indústria global. Portanto, tais pedidos de patentes representam o esforço de tecnologia atrás da fronteira tecnológica.

17 A intensidade do conhecimento associada ao P&D atua não somente como propulsor da inovação, na fronteira tecnológica, mas também como fator-chave da imitação e absorção de novas tecnologias – processos particularmente importantes para economias de renda média.

técnicos em P&D (por milhão de pessoas); publicações científicas; qualidade das instituições de pesquisa científica e colaboração universidade-empresa em P&D.

A infraestrutura científica possui particular importância para países no processo de desenvolvimento tecnológico, em particular no setor de saúde. Não figura necessariamente como meio de se aproveitar oportunidades na fronteira tecnológica, mas de identificá-las, tendo o papel de gerar um fluxo de informações que apoie a interconexão entre a dimensão tecnológica e a científica e, assim, a construção da capacidade de absorção e inovação (Albuquerque et al., 2004). A infraestrutura é necessária para que o processo de desenvolvimento tecnológico ultrapasse o âmbito da firma, gere externalidades e permita a mudança estrutural – inclusive no que diz respeito à disponibilidade da mão de obra especializada para utilizar e adaptar eficientemente tecnologias incorporadas em máquinas e equipamentos. A infraestrutura física, organizacional e de capital humano pode ser captada por: i) indicadores tradicionais de capital humano (média dos anos de escolaridade dos maiores de 25 anos e facilidade de encontrar empregados qualificados); e ii) *proxies* da infraestrutura física (assinantes de internet de banda larga fixa, por 100 pessoas, e investimento fixo bruto, como % do PIB).

A mudança estrutural se refere à maior produtividade da economia, independentemente da realidade de empresas e setores específicos. Seus determinantes são fortemente dependentes das especificidades nacionais, o que dificulta uma análise abrangente. Portanto, as mudanças tecnológicas podem ser captadas pelo indicador da sofisticação do comprador.<sup>18</sup>

O nível da firma, apesar de insuficiente, é imprescindível ao desenvolvimento tecnológico. Nesse caso, enfatiza-se, como em Lee et al. (2013), o papel das grandes empresas na mudança estrutural. Isso porque, tais empresas possuem capacitações relevantes, mas dificilmente presentes em pequenas e médias empresas. Para captar esse fator, podem ser utilizados dois fatores complementares: o número de empresas nacionais no *ranking* da *Forbes 2000* ou da *Fortune Global 500* e a absorção de tecnologia no nível da empresa. Como explicado por Radosevic e Yoruk (2018): “*This indicator ‘picks up’ countries that do not have Forbes size firms in their economy but where*

---

<sup>18</sup> Este último é a resposta à seguinte pergunta da pesquisa de opinião executiva realizada pelo Fórum Econômico Mundial: “Em seu país, com base em que os compradores tomam decisões de compra?” As repostas possíveis são: baseado unicamente no preço mais baixo; baseado em atributos de desempenho sofisticados. O indicador é a média ponderada de 2018–2019 ou do período mais recente disponível.

*subjective assessment of companies' technology absorption capability can be used as a substitute*".

Tal fator seria captado por duas *proxies* subjetivas, sendo elas: empresas adotando ideias disruptivas e crescimento de empresas inovadoras no país.

Por fim, para avaliar a interação entre o país e a economia global, no sentido da ocorrência de troca de tecnologia e conhecimento, poderiam ser utilizados dados do Banco Mundial, a partir da definição dos seguintes indicadores: receitas e pagamentos de licenciamentos (% do PIB) e entrada e saídas líquidas de investimento estrangeiro direto (% do PIB). Como a troca de tecnologia e conhecimento pode ocorrer, e usualmente ocorre, pela importação de bens de capital, por exemplo, é importante chamar a atenção para a dificuldade não de captar tal interação mas de verificar as trocas que efetivamente ocorreram – possível limitação dos indicadores selecionados.

O Quadro 6 resume as dimensões, componentes e indicadores da avaliação dos tipos de capacitações acumuladas, ao longo do tempo, nas empresas pertencentes ao CEIS e, portanto, da possibilidade de adoção e internalização das novas tecnologias portadoras de futuro no âmbito do CEIS brasileiro. Tal iniciativa, por definir o aumento do alcance, da escala e da eficiência do CEIS Brasil, é indispensável à discussão acerca do desenvolvimento socioeconômico nacional.

#### Quadro 6 – Dimensões do *upgrading* tecnológico, componentes e indicadores

Dimensão	Componente	Indicadores
Intensidade do desenvolvimento tecnológico	Capacitações produtivas	Pedidos de registro de marcas por residentes
		Treinamento no local de trabalho
	Capacitações tecnológicas	Pedidos de patentes feitos por residentes no escritório nacional
		P&D e intensidade do conhecimento
	Gastos com P&D, como % do PIB	
	Gastos com P&D do setor empresarial, como % do PIB	
	Pesquisadores em P&D, por milhão de pessoas	
	Técnicos em P&D, por milhão de pessoas	
	Publicações científicas medem o número de publicações e suas citações ao nível país	
Qualidade das instituições de pesquisa científica		
Colaboração Universidade-Empresa em P&D		



Escopo do desenvolvimento tecnológico	Infraestrutura física, organizacional e de capital humano	Média dos anos de escolaridade dos maiores de 25 anos
		Facilidade de encontrar empregados qualificados
		Assinantes de internet de banda larga fixa, por 100 pessoas
		Investimento fixo bruto, como % do PIB
	Mudança estrutural	Sofisticação do comprador
		Disponibilidade de tecnologias de ponta no país
	Capacitações ao nível da firma	Número de empresas na <i>Forbes 2000</i> , por milhão de pessoas
		Crescimento de empresas inovadoras no país
		Empresas adotando ideias disruptivas
Interação com a economia global	Troca de tecnologia e conhecimento	Receitas de licenciamento, como % do PIB
		Pagamentos de licenciamento, como % do PIB
		Investimento estrangeiro direto, saídas líquidas, como % do PIB
		Investimento estrangeiro direto, entradas líquidas, como % do PIB

Fonte: Elaboração própria. Adaptado de Radosevic e Yoruk (2018).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A força econômica das empresas líderes do CEIS 4.0, a fragilidade estrutural da economia brasileira e, associadamente, as limitações das ações de política pública tornam a incorporação virtuosa das novas tecnologias aplicadas à saúde um imenso desafio para países emergentes.

Os processos de desindustrialização, desnacionalização, concentração do capital (com impactos sobre preços, muitas vezes associados a patentes internacionais) e aumento da dependência produtiva e tecnológica do exterior, sobretudo em segmentos de fármacos e de equipamentos médico-hospitalares, limitaram de forma profunda a intensidade e escopo do desenvolvimento tecnológico brasileiro. Da mesma forma, a capacidade inovativa do CEIS no País também foi negativamente afetada, seja no âmbito empresarial, liderado por grandes empresas multinacionais que concentram seus esforços de PD&I no exterior, seja no âmbito das instituições públicas de pesquisa, crescentemente subfinanciadas.

Nesse contexto, o CEIS no Brasil passou a emular a dinâmica mundial do complexo, incluindo tendências tecnológicas e competitivas, o que significa que a difusão das novas tecnologias hoje

passa, muito provavelmente, por uma solução privada. Isto é, tudo o mais constante, tais tecnologias estariam disponíveis apenas para determinados nichos de mercado, capazes de pagar os preços que uma estrutura oligopólica mundial concentrada impõe aos consumidores. O desenvolvimento não seria do tipo *demand pull*, mas induzido pela estratégia mercadológica das empresas líderes, cientes do potencial limitado, mas não desprezível, do mercado privado brasileiro para fármacos, equipamentos e serviços de atenção à saúde com as novas tecnologias embarcadas.

Confirmado esse cenário, a difusão seria rápida e extensa conforme se apresentasse a demanda. A escala de produção, por outro lado, muito provavelmente seria limitada, tanto em termos regionais quanto na segmentação do mercado: as tecnologias seriam crescentemente disponibilizadas em hospitais privados dos segmentos *high end*, para planos de saúde exclusivos e em canais B2C, para clientes privados dos mais altos percentis da distribuição da renda. Em suma, a difusão das novas tecnologias seria passiva, com escala limitada, alta dependência tecnológica e preços elevados. Disso também resultaria a capacidade exígua para articular e estimular o desenvolvimento socioeconômico a partir do processo de difusão das novas tecnologias no CEIS 4.0 brasileiro.

Uma difusão virtuosa das novas tecnologias, portanto, seria aquela em que o CEIS 4.0 fosse capaz de articular os vários elos de um complexo produtivo adensado que, além de gerar emprego e renda, ensejasse um desenvolvimento tecnológico autônomo, sem concentrações regionais e com autonomia em relação aos grandes grupos empresariais. Assim, tal difusão poderia atingir tanto a esfera pública quanto os mercados privados, ampliando o alcance e os efeitos benéficos para a vida e a sociedade. No Brasil, como em outros países, essa internalização virtuosa seria possível apenas se o Estado lançasse mão de mais instrumentos que estimulassem o adensamento da cadeia produtiva, o desenvolvimento tecnológico e a oferta de produtos e serviços com tecnologia embarcada a preços menores.

Diante da escala do mercado brasileiro e do alcance da saúde pública no País, há espaço para ampliar a coordenação e o impacto das políticas públicas, incluindo a valorização do SUS. Para tanto, o Estado precisa retomar a capacidade de planejar, coordenar, regular e financiar, através de políticas de cunho fiscal (gasto) e tributário, os subsistemas do CEIS via ações de política econômica nos marcos da política de CT&I, de comércio exterior e de desenvolvimento industrial.

Somente assim seria possível garantir: i) a efetiva articulação entre os sistemas de inovação

e de saúde; ii) a adoção eficiente e competitiva das novas tecnologias; iii) a redução da dependência tecnológica, através da capacidade de aprendizado tecnológico autônomo; iv) o aumento do impacto econômico do CEIS no Brasil, medido pela internalização e “readensamento” das cadeias produtivas dos segmentos correlatos no país, reduzindo o coeficiente e o conteúdo importado e viabilizando o surgimento de novas empresas nacionais de base tecnológica (pequenas empresas no ramo *medtech*, por exemplo), o aumento da competitividade dos principais *players*, a melhoria da capacidade de PD&I e a capacidade do complexo de contribuir para a geração de investimento, emprego, renda e inovações no país; v) o aumento do poder de barganha dos setores demandantes (em especial do SUS) para que houvesse ampliação do alcance e da eficiência dos serviços de atenção à saúde, sobretudo no que se refere a produtos e serviços de prevenção; vi) a difusão das novas tecnologias em escala “universal” (rede privada e SUS), sem concentração regional e com custos mais baixos.

Em suma, sem a ação do Estado, a difusão das novas tecnologias será sempre incompleta, mediada pelo jogo de um mercado no qual o poder de barganha das empresas líderes é desmensurado – e crescente. Nesse caos, as soluções privadas estarão sempre aquém do imenso potencial que as novas tecnologias representam aos serviços de atenção à saúde e todo o potencial para ampliar o alcance, reduzir os custos e aumentar a eficiência terapêutica e preventiva de equipamentos, fármacos, tratamentos e outros serviços que contêm as novas tecnologias estará limitado pelo poder oligopólico das empresas líderes do CEIS. Em países periféricos como o Brasil, o limite é ainda maior. Cabe às ações de política pública, portanto, ensejar uma difusão virtuosa das novas tecnologias e, por extensão, contribuir para a reestruturação da economia brasileira e para a retomada do desenvolvimento socioeconômico há muito estagnado.

Futuras pesquisas devem, a partir do arcabouço apresentado nesta pesquisa, buscar analisar prospectivamente as capacitações das empresas e indústrias brasileiras, para então mensurar seus impactos e efeitos sobre a dinâmica econômica no espaço produtivo do CEIS 4.0 – reavaliando, à luz destas transformações tecnológicas, o potencial de contribuição destes subsistemas à mitigação das vulnerabilidades estruturais da economia e, assim, ao próprio desenvolvimento socioeconômico nacional.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, E. M.; SOUZA, S. G. A.; BAESSA, Ad. R. Pesquisa e inovação em saúde: uma discussão a partir da literatura sobre economia da tecnologia. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 9, n. 2, p. 277 – 294, 2004.

AMBRÓZIO, A. M. H.; FERREIRA, S. G.; DE SOUZA, F. L. Em busca do desenvolvimento: o papel da política industrial. *Revista do BNDES*, v. 25, n. 50, p. 247 – 297, 2018.

BELL, Martin et al. The development of technological capabilities. *Trade, technology and international competitiveness*, v. 22, n. 4831, p. 69-101, 1995.

BOILSON, A. S. et al. Transformation of big data for health in the European Union. In: *Proc. 23rd UKAIS*, p. 171-178, 2018.

BRUNO, R. et al. Technology choices and growth: testing new structural economics in transition economies. *Journal of Economic Policy Reform*, v. 18, n. 2, p. 131–152, 2015.

CASSIOLATO, J. E. (org.); GADELHA, C. A. G. et al. *Perspectivas do investimento na economia do conhecimento*. 1a ed. Rio de Janeiro, RJ: Campinas, São Paulo, Brasil: Synergia Editora, 2010.

CHANDLER, A. D. Jr. *Scale and Scope. The Dynamics of Industrial Capitalism*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1994.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Projeto Indústria 2027. Etapa I. Mapa de clusters tecnológicos e tecnologias relevantes para a competitividade de sistemas produtivos. *Nota técnica da etapa I: riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas*. Maio, 2017.

COSTA L. S. et al. O complexo produtivo da saúde e sua articulação com o desenvolvimento socioeconômico nacional. *Revista Serviço Público*. 2014; 64(2): 177–99.

DUTRÉNIT, Gabriela. Building technological capabilities in latecomer firms: a review essay. *Science, Technology and Society*, v. 9, n. 2, p. 209-241, 2004.

EPO. Patent Index 2019: *European patent applications 2010-2019 per field of technology*. Bruxelas, 2020, (Acesso em: 19 dez. 2020. Disponível em: <http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/4CAF4F386D2F9911C1258526002F14E->

A/\$File/European\_patent\_applications\_per\_field\_of\_technology\_2010-2019\_en.xlsx).

GADELHA, C. A. G. Complexo econômico-industrial da saúde: uma oportunidade estratégica para o desenvolvimento econômico e social do Brasil. In: COSTA, G.; POCHMANN, M. (Org.) *O estado como parte da solução. Uma análise dos desafios do desenvolvimento brasileiro*. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, p. 321 – 332, 2020a.

GADELHA, C. A. G. O complexo industrial da saúde e a necessidade de um enfoque dinâmico na economia da saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 8, n. 2, p. 521–535, 2003.

GADELHA, C. A. G. et al. (Eds.). *Brasil, saúde, amanhã: complexo econômico-industrial da saúde*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2017.

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

GREENWALD, B.; STIGLITZ, J. Industrial policies, the creation of a learning society, and economic development. In STIGLITZ, J.; YIFU, J. (Eds.). *The industrial policy revolution I – the role of government beyond ideology*. London: Palgrave Macmillan, p. 43-71, 2013.

HAUSMANN, R.; RODRIK, D. Economic development as self-discovery. *Journal of Development Economics*, v. 72, n. 2, p. 603 – 633, 2003.

INSTITUTO DE ESTUDOS DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Indústria 4.0: desafios e oportunidades para o Brasil*. Carta IEDI, São Paulo, n. 797, 21 jul. 2017a .

INSTITUTO DE ESTUDOS DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Indústria 4.0: o futuro da indústria*. Carta IEDI, São Paulo, n. 803, 1 set. 2017b.

INSTITUTO DE ESTUDOS DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Indústria 4.0: políticas e estratégias nacionais face à nova revolução produtiva*. Carta IEDI, São Paulo, n. 823, 29 dez. 2017c.

LALL, S. Technological capabilities and industrialization. *World development*, v. 20, n. 2, p. 165-186, 1992.

LEE, K. *Schumpeterian analysis of economic catch-up, knowledge, path-creation and the middle-income trap*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

- LIN, J. Y. From flying geese to leading dragons: new opportunities and strategies for structural transformation in developing countries. *Global Policy*, v. 3, n. 4, p. 397–409, 2012.
- MAZZUCATO, M. et al. The people's prescription: re-imagining health innovation to deliver public value. *UCL Institute for Innovation and Public Purpose*, London, 2018.
- 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.; ROY, V. Rethinking value in health innovation: from mystifications towards prescriptions. *Journal of Economic Policy Reform*, v. 22, n.2, p. 101-119, 2019. DOI: 10.1080/17487870.2018.1509712
- MEDTECH EUROPE. *The European Medical Technology Industry in figures: 2020*. Bruxelas, 2020 (Disponível em: <https://www.medtecheurope.org/wp-content/uploads/2020/05/The-European-Medical-Technology-Industry-in-figures-2020.pdf>, Acesso em: 15 dez. 2020)
- OCDE. *OECD Science, technology and innovation outlook 2016*, OECD Publishing, Paris, 2016.
- RADOSEVIC, S.; YORUK, E. Technology upgrading of middle income economies: a new approach and results. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 129, p. 56 – 75, 2018.
- RADOSEVIC, S.; YORUK, E. Why do we need a theory and metrics of technology upgrading? *Asian Journal of Technology Innovation*, v. 24, p. 8 – 32, 2016.
- RAY, D. *Development economics*. Princeton University Press, 1998
- WORLD ECONOMIC FORUM. *The Global Competitiveness Report 2019*. Disponível em: < [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)>. Acesso em: nov. 2020.
- YORUK, D.E. *Firm-level upgrading in low-and medium-technology industries in emerging markets: the role of learning networks*. (Tese (Doutorado) – University of Sussex, December, SPRU, 2013.



FIOCRUZ

cee