

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

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

EQUIPE DE PESQUISA

Rodrigo Sabbatini

Thiago Dallaverde

Camila Veneo C. Fonseca

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

Dinâmica do sistema produtivo e inovação no CEIS: desafios e oportunidades para o bem- estar e a saúde diante da revolução 4.0

Pesquisadores

Rodrigo Sabbatini
Thiago Dallaverde
Camila Veneo C. Fonseca

Citar como:

SABBATINI, R. DALLAVERDE, T.; FONSECA, C.V.C. Dinâmica do sistema produtivo e inovação no CEIS: desafios e oportunidades 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, 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.

SUMÁRIO

1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2. METODOLOGIA EMPÍRICA – CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES	12
3. ANÁLISE DOS INDICADORES DE INTENSIDADE DO UPGRADING TECNOLÓGICO DOS SETORES DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO PARTE DO CEIS	17
3.1 Tamanho, Estrutura Setorial e evolução da Indústria de Transformação CEIS	17
3.2 Taxa de inovação de produto e processo e dispêndios inovativos totais	21
3.3 Intensidade do upgrading tecnológico: capacitações produtivas, tecnológicas e de pesquisa & desenvolvimento.....	24
3.4 Fabricação de produtos Farmacêuticos e Farmoquímicos	25
3.5 Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação	29
3.6 Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos	33
4. METODOLOGIA DA PESQUISA DE CAMPO: ENTREVISTAS	38
4.1 Trâmites no Comitê de Ética em Pesquisa nas Ciências Humanas e Sociais (CEP-CHS) da Unicamp.....	38
4.2 Trâmites no Comitê de Ética em Pesquisa dos centros co-participantes.....	39
4.3 Metodologia das entrevistas.....	41
5. BIBLIOGRAFIA.	44

Dinâmica do sistema produtivo e inovação no ceis: desafios e oportunidades para o bem-estar e a saúde diante da revolução 4.0

Rodrigo Sabbatini, Thiago Dallaverde, Camila Veneo C. Fonseca

O presente relatório pretende apresentar as conclusões dessa etapa da pesquisa. O relatório inicia-se com uma revisão bibliográfica que versa sobre a construção de capacitações tecnológicas em países em desenvolvimento. Pretendeu-se discutir contribuições clássicas da literatura de economia industrial e da tecnologia, com destaque para autores como Freeman, Lundvall ou Pavitt, com abordagens mais recentes, e que têm aderência aos objetivos da pesquisa, a saber, a discussão sobre as possibilidades de *technology upgrading* em países periféricos, como o Brasil.

Ao analisar criticamente tais trabalhos, pretende-se justificar a necessidade de lançar mão de indicadores mais complexos do que aqueles tradicionalmente utilizados pela literatura, como patentes ou gastos em P&D para analisar as capacidades inovativas de países em desenvolvimento. Assim, a revisão bibliográfica pretende fornecer elementos para identificar, de forma mais precisa, a capacidade e as dificuldades de países como o Brasil em romper o atraso e a dependência tecnológica a que estão submetidos pela dinâmica do capitalismo contemporâneo. Isso permitiria observar, a partir de subsequente pesquisa empírica, a efetiva capacidade das empresas do Complexo Econômico e Industrial da Saúde no Brasil para incorporar (e mesmo desenvolver) de forma virtuosa as novas tecnologias portadoras de futuro, em especial aquelas associadas à Revolução 4.0.

Em seguida, o relatório apresenta uma pesquisa empírica, que pretendeu adaptar para o caso do CEIS as metodologias de *technology upgrading*, identificando a fragilidade de setores industriais brasileiros em promover um desenvolvimento tecnológico capaz de internalizar virtualmente as tecnologias portadoras de futuro aplicadas ao CEIS.

Por fim, o relatório discute resultados de entrevistas com atores relevantes do CEIS, procurando identificar as principais oportunidades e gargalos para o avanço do CEIS 4.0 no Brasil.

1. Revisão bibliográfica

A proposta empírica deste eixo temático caminha de encontro à literatura do acúmulo de capacitações tecnológicas em países em desenvolvimento. Assim, leva em consideração a condição específica do acúmulo de conhecimento em países cujo histórico indica uma baixa disposição na criação de novas tecnologias e, sobretudo, tecnologias que estão na fronteira tecnológica. Esta abordagem, portanto, preocupa-se com a capacidade das firmas, setores e economias em alcançarem eficiência dinâmica e competitividade (DUTRÉNIT, 2004).

Esta problemática tem implícita uma preocupação que emerge do caráter dinâmico da competitividade e da mudança técnica. Entende-se que a competitividade está em constante transformação em virtude da inerente disputa pela criação de vantagens competitivas por parte das empresas, na qual a inovação emerge como uma das principais formas de diferenciação (POSSAS, 2006).

Assim, o foco da abordagem está na forma de atuação das empresas, nas suas atividades desempenhadas com o intuito de adquirir, modificar e criar conhecimento e tecnologias que permitam as empresas manterem e ganharem competitividade em um ambiente em constante mudança (LALL, 1987; BELL; PAVITT, 1995). Há uma diferença entre “o conhecimento e habilidades necessárias para operar um dado sistema produtivo e aquela necessária para alterá-lo” (BELL; PAVITT, 1993, p. 165, *tradução nossa*).

As definições para as capacitações bem como as taxonomias utilizadas para sua descrição são inúmeras, mas convergem para um ponto comum. Normalmente, referem-se à habilidade da empresa utilizar e acumular de forma eficiente o conhecimento tecnológico, por meio de aprendizado tecnológico. Assim, “as empresas aprendem ao longo do tempo, acumulam conhecimento tecnológico, e podem progressivamente levar adiante novas atividades e adquirir novas capacitações” (DUTRÉNIT, 2004, p. 212, *tradução nossa*).

O papel dos processos de aprendizado é reforçado pela característica tácita do conhecimento tecnológico. Nem todo conhecimento é capaz de ser codificado e nem toda tecnologia está corporificada nas máquinas e equipamentos. Existe uma dimensão que advém do uso e da interação. Tais atividades, denominadas na literatura de *learning by doing*, *learning by using* e *learning by interacting*, possuem menor complexidade uma vez que não envolvem um elevado esforço inovativo. Apesar de relevantes para a geração de inovações, em geral, não implicam a criação de conhecimento novo (BELL e PAVITT, 1993; THOMPSON, 2010).

Entretanto, este processo não depende exclusivamente da ação das firmas, ainda que sejam consideradas as principais agentes da mudança. Este é um fenômeno que apresenta um caráter *complexo*, no sentido de concatenar uma série de agentes de mercado (firmas fornecedoras, e clientes, por exemplo) e não de mercado (universidades e institutos de

pesquisa públicos) e cujos resultados agregados dependem de suas interações e da formação de sistemas de inovação (DUTRÉNIT et al., 2013; FREEMAN, 1995).

Pavitt (1984) conclui também que este processo é setorialmente heterogêneo, ou seja, as formas de obtenção e criação de tecnologia varia entre setores, de modo que alguns serão caracterizados pela criação de tecnologias pioneiras, enquanto outros são grandes consumidores das inovações. Assim, o desenvolvimento tecnológico não apenas se dá pela inovação especificamente, mas também pelo processo de difusão e imitação (CHRISTENSEN; LUNDEVALL, 2004).

É fundamental, portanto, que, em vista da manutenção e obtenção de competitividade, haja um processo de atualização do conhecimento tecnológico e da infraestrutura de suporte à sua emergência. Utilizamos a nomenclatura *upgrading* tecnológico (RADOSEVIC; YORUK, 2016) com a finalidade de descrever este processo de atualização das capacitações, compreendendo-o como um amplo processo de transformações da estrutura produtiva desencadeado pelo acúmulo de capacitações tecnológicas. Consideramos o *technology upgrading* uma extensão teórica da *technological capability building approach* (DUTRÉNIT et al., 2013).

Como apontado em Dutrénit et al. (2013) e Radosevic e Yoruk (2016, 2018), o *technology upgrading* é caracterizado pela sua idiosincrasia, cada país ou setor se desenvolve de modos específicos, que refletem suas próprias características. A forma do processo é dependente das suas forças produtivas, das capacitações previamente acumuladas – *path dependence* – e das formas com que as instituições estão formatadas. Portanto, há diferentes trajetórias de *technology upgrading*, que não implicam em um determinismo etapista, mas são funcionais para a manutenção das posições de mercado, bem como para os ganhos de competitividade em mercados mais dinâmicos.

Uma consequência dessa forma de entendimento do processo é a necessidade de pensar o desenvolvimento tecnológico a partir de diferentes componentes de *technology upgrading*. É preciso levarmos em conta os tipos de capacitações acumuladas e os esforços para sua contínua recriação, a estrutura econômica na qual sua dinâmica se assenta, as interações entres os agentes (internos e externos) e os processos de aprendizado decorrentes dessas formas de interação e das atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) internas da empresa.

Os países em desenvolvimento apresentam uma condição específica nesse processo que não pode ser analisada da mesma forma que os países desenvolvidos, que normalmente operam na fronteira tecnológica ou próximos dela (BELL; FIGUEIREDO, 2012; RADOSEVIC; YORUK, 2016). Por não serem grandes criadores de novas tecnologias e altamente dependentes de transferências tecnológicas do exterior essas firmas são caracterizadas pela

ausência de capacitações inovativas e são essencialmente imitadoras (BELL; FIGUEIREDO, 2012). No caso brasileiro, é documentado na literatura sua baixa taxa de inovação de produto em comparação com a taxa de inovação de processo, o baixo gasto com pesquisa e desenvolvimento (P&D) e a baixa criação de patentes, principalmente quando comparado com as nações mais desenvolvidas (DUTRÉNIT et al., 2019; OCAMPO, 2014).

Por isso, é necessária uma abordagem que busque complementar as formas de aprendizado e acúmulo tecnológico dos países e setores e que vá além das patentes e das atividades de P&D, incluindo em sua análise os diversos processos de obtenção e difusão da tecnologia.

A acumulação de capacitações pelas firmas domésticas é uma condição necessária para o processo de catch-up, compreendido como a redução da distância das diferenças entre as capacitações tecnológicas das firmas e das economias (BELL; FIGUEIREDO, 2012). Entretanto, há também a possibilidade da manutenção de estruturas que sejam produtivamente eficientes, mas incapazes de progredirem para as atividades inovativas mais “nobres”, responsáveis pela criação de nova tecnologia em seus setores. Assim, são firmas que são capazes de acompanhar a trajetória das líderes de mercado ao terem acesso à conhecimentos já difundidos e, por isso, a custos menores, mas que não internalizam e não são os geradores de respostas às mudanças tecnológicas, de demanda ou institucionais, uma vez que estão sempre dentro da mesma trajetórias que as empresas líderes (BELL; PAVITT, 1995; LALL, 1992; LEE; MALERBA, 2017).

Para Bell e Pavitt (1993), a transferência de tecnologias disponíveis nas economias centrais para as em desenvolvimento não é automática. Ainda que fosse possível incorporar (adquirir e adotar) a tecnologia presente em máquinas e equipamentos, e que se pudesse, portanto, acumular habilidades e conhecimento para operá-los na fronteira eficiente, o processo de internalização no âmbito nacional se diferiria substancialmente daquele relacionado à capacidade de inovar. Acumular capacitações tecnológicas, portanto, não se limita a um processo de difusão da tecnologia incorporada no capital físico. Os recursos subjacentes devem ser acumulados via investimentos intangíveis que viabilizem o aproveitamento de todos os benefícios dessa difusão tecnológica. As próprias atividades de P&D desempenham um importante papel nesse quesito.

O conhecimento necessário para acumular esses recursos, portanto, superaria aquele previsto para operar eficientemente a tecnologia importada, envolvendo mudanças incrementais que promovessem a aquisição da tecnologia, melhorias de desempenho, adaptação e modificação contínua, assim como o desenvolvimento de novos recursos, processos e produtos, estabelecendo os meios para a inovação (BELL e PAVITT, 1993). Por isso, como apontado por Paranhos, Mercadante e Hasenclever (2020, p. 07):

apenas learning by doing e using, realizados na operação das capacidades produtivas, são insuficientes para garantir acumulação tecnológica, que é obtida por meio de ações deliberadas das empresas em atividades de learning by searching e interacting.

Ou seja, para além das variáveis capazes de captar as atualizações no aparelho produtivo das empresas, se faz necessário buscar medidas que ampliem suas habilidades de se adaptarem e reterem novas tecnologias.

É notório que desde o surgimento desta abordagem nos anos de 1980 muito da economia internacional e da forma de atuação das empresas se alterou. Nas primeiras abordagens empíricas, as empresas retardatárias dos países em desenvolvimento possuíam pouca ou nenhuma base tecnológica, por isso, a grande preocupação dos trabalhos se concentrava na obtenção de um conhecimento mínimo necessário para a manutenção da industrialização (DUTRÉNIT, 2004). Ao passo que, com a fragmentação produtiva e o surgimento de redes de desenvolvimento, as empresas de países em desenvolvimento foram capazes de ter acesso a inúmeras fontes de tecnologias e são capazes de se manterem competitivas mesmo não sendo grande produtoras de tecnologia (BELL; FIGUEIREDO, 2012).

Neste histórico de trabalhos empíricos, muitos se destinaram a observar a posição relativa e evolução das capacitações dos setores alvos de nossa análise, sobretudo da indústria farmacêutica e farmoquímica. Essas indústrias foram definidas por Pavitt (1984) como *baseadas em ciências*, isto é, suas fontes tecnológicas são normalmente provenientes de P&D, ciência pública e os departamentos de engenharia da produção. Matos (2020) ressalta que a dinâmica tecnológica da indústria farmacêutica é dependente da interação entre diferentes agentes e uma forma comum de obtenção de conhecimento se dá via fusões e aquisições, inclusive via transferência tecnológica de empresas menores para empresas maiores.

CGEE (2017) faz uma análise das capacidades das firmas da indústria farmacêutica baseadas em suas funções específicas, evidenciando capacidades de fabricação de medicamentos e de realizar inovações incrementais (novas marcas e reformulações, por exemplo), porém uma baixa capacidade na criação de patentes e inovações radicais (criação de moléculas). Isso é corroborado por Torres (2015) que demonstra que essas firmas não foram capazes de acumular capacitações tecnológicas significantes, mas apenas capacitações produtivas.

No atual contexto, as discussões em torno da indústria 4.0 ganham cada vez mais relevância e convidam-nos a revisitar conceitos há muito estabelecidos. Não está sendo

diferente com a abordagem das capacitações e da necessidade da indústria de transformação como partícipe central do processo.

No que diz respeito aos países em desenvolvimento, duas questões são prementes: a primeira está relacionada às oportunidades geradas pelas mudanças tecnológicas da indústria 4.0; a segunda, às possibilidades de se aproveitar das oportunidades e os recursos necessários para que isso aconteça, em outras palavras, as capacitações.

Andreoni; Chang; Labrunie (2021) denominam de *capacitações fundamentais* os recursos necessários para se aproveitar das oportunidades abertas pelas transformações digitais desencadeadas pela indústria 4.0. Elas são necessárias para o desenvolvimento eficiente dessas novas tecnologias e para absorções incrementais e adaptações nos sistemas tecnológicos hoje constituídos.

O aproveitamento das oportunidades abertas pela indústria 4.0 passa necessariamente por estes investimentos, pela escolha deliberada das firmas de se desenvolverem nesse sentido, mas também passam por mudanças no nível setorial e mudanças institucionais. Para isso, é necessário o acúmulo de capacitações na forma de novas máquinas e equipamentos, bem como nos softwares utilizados e na interface entre ambos, que permita constituir um sistema de produção interligado entre as firmas no nível setorial.

Entretanto, há questões que emergem diretamente da natureza dessa mudança tecnológica e do quão grande é a ruptura que ela causará, bem como as repercussões desencadeadas nos setores afetados.

Períodos de transição tecnológicas são propícios ao aparecimento de “janelas de oportunidade” (PEREZ; SOETE, 1988) ou de “janelas tecnológicas” (LEE; MALERBA, 2017). Elas decorrem do fato de que rupturas nas tecnologias atuais normalmente demandam um grande volume de novo conhecimento a ser desenvolvido, de modo que o estágio inicial de conhecimento não é avançado ao ponto de um país que esteja adentrando agora nesse domínio não consiga alcançar ou se aproveitar das oportunidades recém-abertas. A distância para os demais não é ainda suficientemente grande, “a nova tecnologia é nova para todos”, abrindo possibilidades para novos entrantes e para saltos nestes novos setores de empresas já consolidadas (ANDREONI; CHANG; LABRUNIE, 2021).

Em outras palavras, existem janelas de oportunidades decorrentes das menores barreiras à entrada em virtude da menor experiência requerida e do menor nível de capital fixo, além da menor apropriabilidade do novo conhecimento. Porém, em trajetórias marcadas por movimentos incrementais contínuos, essas oportunidades podem ser menores, uma vez que o estágio atual de desenvolvimento pode estar em um nível além do que as capacitações do país são capazes de absorver e iniciar processos de aprendizado autônomo dentro dessas

novas trajetórias (ou até mesmo criar novas trajetórias), mantendo estas economias em uma armadilha de baixas capacitações (PEREZ; SOETTE, 1988; ANDREONI; CHANG; LABRUNIE, 2021).

Andreoni, Chang e Labrunie (2021) argumentam que muitas das tecnologias associadas à indústria 4.0 apresentam uma trajetória de desenvolvimentos incrementais ao longo das últimas 5 décadas, sancionados sobretudo pelo aumento do poder de processamento dos computadores e do maior volume de dados disponíveis e passíveis de extração de informações. Dado esses desenvolvimentos contínuos, as tecnologias 4.0 seriam melhor representadas por um processo de transição evolucionária que por uma ruptura revolucionária.

Este fato, porém, não implica que há uma redução das oportunidades tecnológicas a serem aproveitadas a partir do caráter contínuo das tecnologias 4.0, uma vez que muitas transformações revolucionárias, com grande efeito e profundo impacto, decorrem de pequenas mudanças incrementais (“continuities within revolutions”). Apesar da ausência de consenso em torno de se as tecnologias da indústria 4.0 constituem uma 4ª revolução industrial, há a concordância de que essas novas tecnologias são capazes de promover processos de fusão tecnológica, ou seja, a integração de diferentes *clusters* tecnológicos resultando em novos sistemas tecnológicos e criando demandas pela articulação de diferentes campos do conhecimento.

Combining different technologies is, of course, not a new phenomenon. Technology has always worked in systems, often with technologies from different origins. However, it seems that in the 4IR context, systems are reaching a new level of complexity and interdependency between traditionally separate and specialized fields of knowledge (ANDREONI; CHANG; LABRUNIE, 2021, p. 339)

Nesse sentido, há um desafio estrutural na economia brasileira. O desenvolvimento de capacitações é um processo arriscado, dinâmico de longo prazo e que se inicia na produção a partir de processos de aprendizagem produtivos (BELL; PAVITT, 1993; LALL, 1992). Os debates em torno das tecnologias da indústria 4.0 reavivaram as questões relacionadas à necessidade do desenvolvimento da indústria de transformação para os países em desenvolvimento, segundo o qual haveria a necessidade do acúmulo de capacitações produtivas, mediante expansão da indústria de transformação, para levar adiante o processo de desenvolvimento econômico (ANDREONI; CHANG; LABRUNIE, 2021).

A afirmativa para essa questão nos endereça para a problemática da *desindustrialização*. Este termo ficou conhecido por descrever o fato estilizado de redução do percentual do emprego na manufatura no total da estrutura de emprego ao longo do processo de desenvolvimento. Tão logo, novas definições surgiram na literatura, como a redução do

valor adicionado da manufatura no PIB e a redução da participação de bens manufaturados de maior valor agregado na pauta exportadora, ou a reprimarização da pauta exportadora (MORCEIRO, 2012; PALMA, 2019).

Palma (2019) argumenta que a economia brasileira passa por um processo de *desindustrialização precoce*, decorrente de uma *doença holandesa*. Ou seja, nos países desenvolvidos, a desindustrialização ocorreu a um nível de renda per capita já de países desenvolvidos. Foi, assim, um subproduto do seu desenvolvimento em um contexto de alterações na geração de valor adicionado global e mudanças na divisão internacional do trabalho. Porém, os países em desenvolvimento de industrialização tardia passam por este processo a níveis de renda muito inferiores aos dos países desenvolvidos. A desindustrialização ocorreu antes desses países atingirem níveis de renda per capita comparável ao dos países ricos.

No que tange a economia brasileira, esse processo foi desencadeado pelo processo de reformas liberalizantes dos anos 90 e aprofundado por taxas de câmbio valorizadas ao longo dos anos 2000, em virtude do aumento do preço e quantidade demandada de commodities. Esse processo abrupto de choque de preços relativos levou a incapacidade de parte da estrutura produtiva brasileira se adaptar aos novos níveis de produtividade das indústrias líderes mundiais, agora já embebidas no paradigma da terceira revolução industrial.

A discussão, portanto, ganha um nível de complexidade ao considerar que no nível nacional, há um longo processo de redução estrutural da importância da indústria, que implica em destruição de capacitações produtivas, ao mesmo tempo que não oferece incentivos para o *upgrading* tecnológico da economia brasileira, nem cria capacitações tecnológicas e de P&D capazes de substanciar o crescimento das atividades nos mercados mais dinâmicos e inovadores. É uma regressão estrutural que permite que setores permaneçam competitivos mesmo sem endogenizarem a criação de tecnologia, como é o caso, por exemplo, do setor farmacêutico apontado acima.

A questão a se levantar é por quanto tempo isso será possível diante de mudanças profundas no paradigma tecno-científico, como se propõe a indústria 4.0 e, mais especificamente, o CEIS 4.0? Esse trabalho não busca responder definitivamente essa questão, mas oferece um olhar para o comportamento dos agentes do CEIS a partir dos seus acúmulos de capacitações nos últimos 10 anos. Espera-se que ao observar a sua trajetória recente, seja possível compreender suas limitações e oportunidades.

2. Metodologia empírica – Construção dos indicadores

O objetivo geral desse tópico é aprofundar a discussão acerca da estruturação do CEIS 4.0 no Brasil, avaliando empiricamente as capacitações e estratégias das empresas nacionais, em relação às suas formas de acumulação de capacitações. Tais capacitações são desenvolvidas tendo em vista a adaptação, internalização, difusão e desenvolvimento das mudanças produtivas e tecnológicas que vêm ocorrendo no âmbito do complexo, garantindo vantagens competitivas para as empresas capazes de introduzir, adaptar e criar conhecimento novo. Com esse trabalho, pretende-se identificar, de maneira exploratória, as trajetórias de internalização e desenvolvimento de novas tecnologias no âmbito do CEIS 4.0 brasileiro de forma a ampliar o papel dinamizador dos seus subsistemas no desenvolvimento socioeconômico nacional.

Como descrito em etapas anteriores, indicadores de *upgrading* tecnológico tem como objetivo captar o sentido do desenvolvimento tecnológico de um país, portanto, é uma análise multinível, que contempla as empresas, os setores e a estrutura econômica. Para isso, Radosevic e Yoruk (2016; 2018) criam uma tipologia baseada em 3 dimensões: a intensidade, o escopo e a interação com o exterior.

A intensidade do *upgrading* versa sobre o acúmulo de capacitação nas firmas (capacitações produtivas, tecnológicas e de P&D); o escopo é composto fatores sancionadores e de suporte a esse acúmulo (infra-estrutura, capital humano, estrutura econômica); e a interação com o exterior tem como objetivo mensurar as formas de obtenção de tecnologia estrangeira (importação, compra de licenças).

A partir dessa categorização e com o objetivo de caracterizar as trajetórias com que as firmas do CEIS realizam a sua mudança técnica, aplicamos os conceitos de *intensidade do upgrading* tecnológico para a criação de indicadores que nos auxiliem na análise da evolução do acúmulo de capacitações desses setores.

Assim, a partir da tipologia de Radosevic e Yoruk (2016; 2018) para o *upgrading* tecnológico, descrita no relatório anterior dessa pesquisa, aplicamos uma abordagem de acúmulo de capacitações a fim de caracterizarmos a trajetória da *intensidade do upgrading tecnológico*. O objetivo é captar a trajetória recente das firmas brasileiras parte da indústria de transformação do CEIS quanto às atividades de absorção e criação de tecnologia, buscando aplicar os conceitos desta literatura às pesquisas de inovação (PINTEC/IBGE).

Os dados foram provenientes da Pesquisa de Tecnologia (PINTEC), realizada com periodicidade trienal pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em suas edições de 2011, 2014 e 2017. Foram utilizadas as tabelas disponibilizadas pelo IBGE e

calculados indicadores que permitem compreender o perfil das atividades voltadas à inovação e o resultado dessas inovações em termos de aprimoramentos ou novos produtos e processos.

O quadro 1 resume os setores que compõem os diferentes subsistemas do CEIS 4.0, nos termos colocados por Gadelha (2021), considerando o escopo deste eixo da pesquisa: (i) química e biotecnológica; (ii) mecânica, eletrônica e materiais; (iii) informação e conectividade; e (iv) serviços. Vale mencionar que os setores analisados empiricamente podem ser mais restritos que a acepção original tendo em vista a disponibilidade de dados. Por esse motivo, pode haver uma maior ênfase nos setores da indústria de transformação, responsáveis pela oferta de produtos voltados à área da saúde.

Setores do CEIS 4.0

ACE	Descrição
21.10	Fabricação de produtos farmacêuticos de base
21.20	Fabricação de preparações farmacêuticas
26.60	Fabricação de equipamentos de radiação, eletromedicina e eletroterapêuticos
32.50	Fabricação de instrumentos e material médico cirúrgico
72.11	Investigação e desenvolvimento em biotecnologia
86.10	Atividades hospitalares
86.21	Atividades de prática médica geral
86.22	Atividades de prática médica especializada
86.23	Atividades de prática odontológica
86.90	Outras atividades de saúde humana
87.10	Atividades de cuidados de enfermagem residenciais
87.20	Atividades de cuidados residenciais para retardo mental, saúde mental e abuso de substâncias
87.30	Atividades de cuidado residencial para idosos e deficientes

Em virtude da disponibilidade de dados da PINTEC, foram selecionados 3 setores¹ como componentes diretos do CEIS: fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos (CNAE 21.10); fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação (CNAE 26.60-4); e fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos (CNAE 32.50-7).

¹ Esta seleção foi baseada no trabalho de Leão e Giesteira (2020).

A partir dessa seleção, espera-se obter uma descrição do comportamento das atividades de inovação, responsáveis pelos acúmulos de capacitações voltadas à mudança técnica, e dos resultados em termos de inovação de produto e processo de cada um dos setores, ressaltando as suas peculiaridades.

As capacitações produtivas dizem respeito à capacidade de produzir eficientemente dado a fronteira tecnológica global; têm, portanto, relação com o desenvolvimento de métodos produtivos geradores de economias de escala e custo. O propósito é identificar não somente atualizações no aparelho produtivo das companhias, mas também analisar a absorção de novas tecnologias estrangeiras pelos subsistemas do CEIS, como, por exemplo, a aquisição de máquinas e equipamentos (tecnologia encapsulada), o treinamento da mão-de-obra, de modo a atualizá-lo aos novos requerimentos de operação eficiente e a atualização de seus sistemas de softwares, sendo estes fundamentais para a adequação às tecnologias da indústria 4.0.

Segundo Radosevic e Yoruk (2018), atividades voltadas a melhorias incrementais e não alterações de design constituem formas de acúmulo de capacitações produtivas. Por isso, inserimos nesta análise os aprimoramentos incrementais de produtos e processos, como reflexos de atividades de acúmulo de capacitação produtiva.

As capacitações tecnológicas são aquelas que expressam a capacidade de mudar produtos e processos por meio do processo sistemático de inovação (RADOSEVIC; YORUK, 2018). Entendemos também como sua parte constituinte as atividades capazes de assimilar conhecimento externo e interiorizá-lo à firma, uma vez que para este tipo de transferência tecnológica também são necessários processos de aprendizagem internos, que se dão por meio da assimilação desse novo conhecimento (*learning by interacting*). Assim, as variáveis utilizadas para descrever esse tipo de acúmulo de capacitação são tanto as aquisições externas de conhecimento e P&D, como as atividades internas de preparações para a produção e distribuição e atividades voltadas à introdução das inovações tecnológicas no mercado. Concomitantemente, são observados os resultados inovativos em termos do aumento da diversidade tecnológica de produtos e processos nos mercados em que essas empresas atuam.

Consideramos que são atividades que acumulam capacitações tecnológicas e aumentam o estoque de conhecimento da empresa, mas não foram por ela desenvolvida, embora seja reconhecida na literatura a importância do P&D interno na absorção tecnológica (TIGRE, 2014).

Por fim, as capacitações de P&D são, de fato, aquelas voltadas ao acúmulo de conhecimento via pesquisa (*learning by searching*). Se diferenciam das capacitações tecnológicas pois o resultado de sua atividade não se traduz necessariamente e diretamente

em produtos ou processos a serem comercializáveis naquele momento, mas são suporte para desenvolvimentos futuros bem como necessários para a assimilação de tecnologia obtida de forma externa. Assim, capturamos esses efeitos a partir do gasto em P&D interno e da mão de obra empregada nas atividades de pesquisa, sobretudo, a partir da mão de obra especializada (BELL e PAVITT, 1993).

Essa análise se propõe exploratória, no sentido de um exercício de descrição dos 3 setores analisados. Busca-se a partir do seu comportamento recente compreender as possibilidades futuras, inferindo sobre sua capacidade de absorção e criação de novas tecnologias no âmbito das transformações das tecnologias da indústria 4.0. Em termos metodológicos, além da dimensão descrita, a metodologia aqui desenvolvida buscará dialogar também com as entrevistas qualitativas.

Entretanto, a análise é limitada no sentido de capturar uma dimensão do *upgrading* tecnológico, a intensidade do *upgrading*, cujos condicionantes se dão no nível do país e da sua interação com o exterior. A capacidade das empresas adotarem, adaptarem, difundirem e desenvolverem novas tecnologias ultrapassa uma análise intrafirma, devendo incluir considerações a respeito do desenvolvimento tecnológico no âmbito da indústria e do país como um todo – de modo a tornar possível mensurar o nível de capacitação contido na estrutura produtiva brasileira.

O quadro abaixo sintetiza os indicadores para os quais as variáveis se ajustarão conforme a revisão teórica anteriormente apresentada.

Quadro 1 - Variáveis selecionadas para os indicadores de intensidade do *upgrading* tecnológico

Intensidade do <i>upgrading</i> tecnológico	Capacitações produtivas	Treinamento Aquisição de Máquinas e Equipamentos Aquisição de Software Taxa de Aprimoramento de Produtos Taxa de Aprimoramento de Processos
	Capacitações tecnológicas	Projetos industrial e outras preparações técnicas para produção e distribuição Introdução de inovações tecnológicas no mercado Aquisição externa de P&D Aquisição de outros conhecimentos externos Taxa de Novidade de Produtos ao Mercado Nacional Taxa de Novidade de Produtos ao Mercado Internacional
	Capacitações de P&D	Gastos com P&D Interno Ocupação das atividades de P&D

Fonte: Elaboração própria

Os dados de dispêndio com treinamento, aquisição de máquinas e equipamentos, aquisição de software, aquisição de projeto industrial, gasto com introdução de inovações tecnológicas no mercado, aquisição externa de P&D e de outros conhecimentos externos e gasto com P&D interno são apresentados em valores reais a preços de 2020, sua variação percentual, sua participação no total dos dispêndios com inovação e a intensidade do gasto (razão entre o gasto e a Receita Líquida de Vendas).

A partir dessas variáveis é calculado o percentual de empresas que realizou cada uma dessas atividades, com a finalidade de observar o quão difundidas elas foram no setor.

A taxa de aprimoramento de produtos e de processos foi obtida a partir da razão entre as empresas que declararam que o principal produto e processo fruto de inovação foram aprimoramentos de produtos já existentes e o total de empresas consultadas.

A taxa de novidade de produto e processo ao mercado foi calculada a partir da razão entre o número de empresas que declarou que sua principal inovação foi uma novidade ao

mercado nacional e mundial e o total de empresas consultadas. Assim, compreendemos em que medida houve aumento da disponibilidade de novas tecnologias no mercado e no setor.

Por fim, a ocupação com as atividades de P&D foram medidas pela evolução do número de pessoas ocupadas com essas atividades e pela participação relativa de técnicos com graduação no total do pessoal ocupado com P&D e pela participação de pesquisadores com graduação e pós-graduação no total do pessoal ocupado com P&D.

Na seção seguinte, são apresentados os resultados.

3. Análise dos Indicadores de Intensidade do Upgrading Tecnológico dos Setores da Indústria de Transformação parte do CEIS

Nesta sessão do trabalho apresentaremos os resultados obtidos a partir da aplicação da metodologia descrita acima. Ressalta-se que esta é uma análise exploratória e descritiva dos resultados de esforço inovativo dos setores da indústria de transformação que fazem parte do CEIS, a fim de mapear a evolução das atividades de absorção e criação de tecnologia desses setores em um contexto de mudança na base técnico-econômica.

Assim, são explorados resultados gerais desses setores e, posteriormente, cada setor é abordado de forma particular, a partir da discriminação das atividades voltadas à inovação por tipo de capacitação.

3.1 Tamanho, Estrutura Setorial e evolução da Indústria de Transformação CEIS

Os dados apresentados abaixo se concentram na Receita Líquida de Vendas (RLV), no número de empresas por pessoal ocupado² farmacêutico e farmoquímico, aparelhos eletromédicos e materiais e instrumentos.

Foram utilizados os dados de RLV da PINTEC, baseados na Pesquisa Anual da Indústria (PIA/IBGE), uma vez que estão harmonizados com a amostra da própria pesquisa e sua periodicidade trienal, facilitando a comparação dos resultados com os indicadores subsequentes. Estes dados também foram utilizados para o cálculo dos indicadores como participação da RLV a serem apresentados abaixo. Além disso, utilizamos dados do Cadastro

² Para este cálculo foi utilizada a metodologia do IBGE, segundo a qual, as microempresas possuem até 19 empregados, as pequenas empresas, de 20 a 99 empregados; as médias, de 100 a 499 empregados; e as grandes, mais de 500 empregados.

Central de Empresas (CEMPRE/IBGE) par ao cálculo da estrutura setorial por pessoas ocupadas.

Parte-se do princípio de que tanto a RLV quanto o tamanho da firma estão diretamente associados às suas potencialidades inovativas.

Em termos de tamanho, o setor farmoquímico e farmacêutico é o que apresenta a maior RLV, totalizando R\$ 71.603 milhões, sendo a maior parte receita do subsetor farmacêutico. Em seguida, os instrumentos e materiais, com receita de R\$ 11.531 milhões e, por último, os aparelhos eletromédicos, com receita de R\$ 3.319 milhões, em 2017.

Os resultados de RLV indicam um comportamento cíclico semelhante ao comportamento recente da economia brasileira. Entre 2011 e 2014, há um expressivo crescimento em todos os setores analisados, com exceção do subsetor de farmoquímicos, que apresentou queda de -18,9% nesse período. Mesmo com essa queda, o setor de farmoquímicos e farmacêuticos, obteve crescimento de 13,6%, em virtude do crescimento de 14,1% do setor farmacêutico. Os setores de aparelhos eletromédicos instrumentos e materiais, respectivamente, apresentaram crescimentos de 171,6% e 20,9%, entre 2011 e 2014.

O resultado do período seguinte, 2017, contrasta com aqueles observados em 2014 em todos os setores analisados, com exceção dos aparelhos eletromédicos, que mantiveram seu crescimento, mas a uma taxa de 5,4%. Instrumentos e materiais e farmoquímicos e farmacêuticos apresentaram quedas de 9,3 e 5,2%, respectivamente.

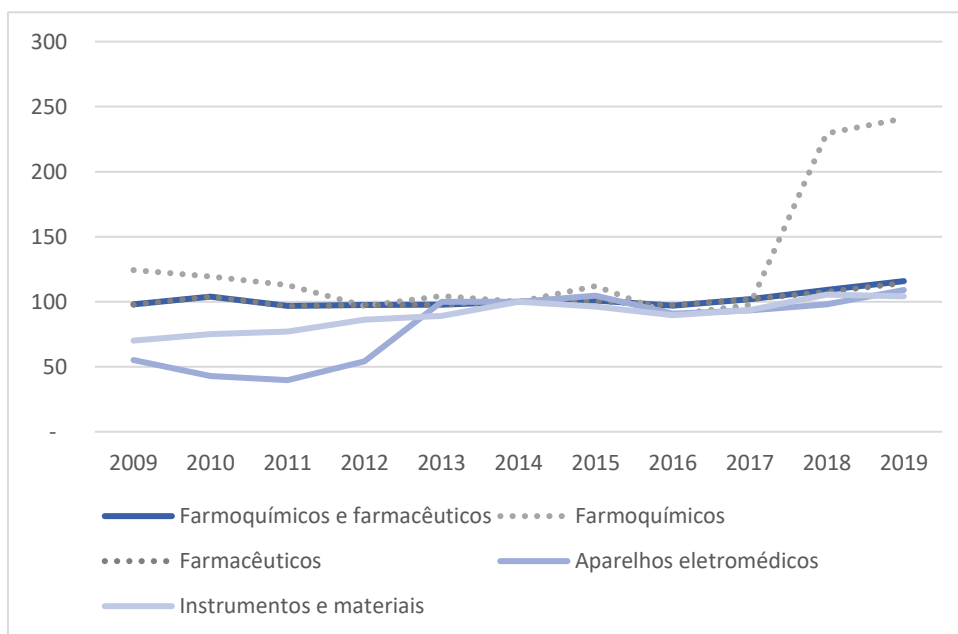
Tabela 1 - Receita Líquida de Vendas (RLV, em milhões de reais a valores constantes de 2020) - Setores Selecionados, Brasil, 2011/2014/2017

Setores	Valores Constantes (2000, em milhões)			Variação %		
	2011	2014	2017	2014	2017	CAGR
Indústria de Transformação	3.515.332	4.420.323	3.122.183	25,7	-29,4	-2,0
Farmoquímicos e farmacêuticos	66.445	75.509	71.603	13,6	-5,2	1,3
Farmoquímicos	857	695	681	-18,9	-2,0	-3,7
Farmacêuticos	65.589	74.814	70.922	14,1	-5,2	1,3
Aparelhos eletromédicos	1.160	3.149	3.319	171,6	5,4	19,2
Instrumentos e materiais	10.511	12.710	11.531	20,9	-9,3	1,6

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PINTEC/IBGE

A fim de complementarmos essa análise, apresentamos abaixo a evolução da RLV anual auferido pela PIA/IBGE. Os dados apresentados permitem observar uma recuperação da RLV desses setores nos anos de 2018 e 2019, mas corroboram a trajetória de retração e baixo crescimento pós 2014. Importante ressaltar os farmoquímicos, que tiveram sua receita aumentada em 2,4 vezes, em relação à 2016.

Gráfico 1 - Receita Líquida de Vendas (valores constantes, índice 2014=100) - Setores Seleccionados, 2009-2019



Fonte: Elaboração própria a partir de dados da PIB/IBGE

No que tange a estrutura setorial, nota-se que o setor com maior número de empresas e maior crescimento desse total é o de Instrumentos e Materiais, com o total de 1.916 empresas, em 2017, ante um total de 1.408, em 2011 (isto é, crescimento de 36,1%). Deste total, aproximadamente 95% são micro e pequenas empresas e 0,5% grandes empresas.

O setor de aparelhos eletromédicos por outro lado, apresentou uma redução no total de empresas, de 201 para 182, entre 2011 e 2017. Entre 2011 e 2014 houve redução de 11,4% no total de empresas. Diferentemente dos instrumentos e materiais, os aparelhos eletromédicos verificaram um aumento no número de grandes empresas, em relação à 2011 (de 2013 para 2014 o número de grandes empresas salta de 1 para 4), podendo estar associado ao salto da RLV supracitada. Entretanto, mais de 90% do seu total também é de micro e pequenas empresas.

O setor farmoquímico e farmacêutico, porém, é aquele, dentre os analisados, que possui a maior participação de grandes empresas: 11,5% em 2017, ante 10,1% em 2011. As duas quedas consecutivas observadas no período analisado, de 5,6% e 5,2% em 2014 e em 2017, foram sentidas mais fortemente nas empresas de micro, pequeno e médio porte, embora tenha havido também redução no número total de empresas de grande porte.

Gráfico 2 - Total de empresas e participação relativa de micro, pequena, média e grande empresa - Brasil

Setores	Anos	Participação no Total (%)				Total (Nº de empresas)	Variação (%)
		Micro	Pequena	Média	Grande		
Farmoquímicos e farmacêuticos	2011	37,9	31,3	20,6	10,1	533	-
	2014	36,8	30,4	21,3	11,5	503	-5,6
	2017	37,3	29,6	21,6	11,5	477	-5,2
Farmoquímicos	2011	52,0	36,0	12,0	-	50	-
	2014	56,4	34,5	9,1	-	55	10,0
	2017	52,9	37,3	9,8	-	51	-7,3
Aparelhos eletromédicos	2011	70,1	24,4	5,5	-	201	-
	2014	70,2	24,7	2,8	2,2	178	-11,4
	2017	66,5	28,0	3,3	2,2	182	2,2
Instrumentos e materiais	2011	71,0	23,2	5,2	0,6	1.408	-
	2014	74,3	20,3	4,7	0,7	1.787	26,9
	2017	76,3	18,5	4,7	0,5	1.916	7,2

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do CEMPRE/IBGE

Estes resultados indicam que a maior parte dos setores analisados, ao longo da década de 2010, apresentou um crescimento modesto da sua RLV (exceto os aparelhos eletromédicos) e perdas no número total de empresas, sendo que tanto aparelhos eletromédicos e instrumentos e materiais apresentam uma participação de grandes empresas inexpressiva.

3.2 Taxa de inovação de produto e processo e dispêndios inovativos totais

Antes de discriminarmos os esforços inovativos das empresas dos setores selecionados por intensidade do *upgrading* tecnológico, apresentamos neste tópico os resultados consolidados das 3 últimas PINTEC/IBGE (2011, 2014 e 2017) dos indicadores de taxa de inovação e os dispêndios inovativos consolidados por setor.

A taxa de inovação foi calculada a partir da razão entre o número de empresas que responderam sim para a inovação de produto e processo e o número total de empresas consultadas. Os resultados encontrados indicam uma redução da taxa de inovação em todos os setores observados, exceto o de fabricação de instrumentos e materiais.

É importante ressaltar que os setores analisados apresentam uma taxa de inovação superior à da indústria de transformação, uma vez que são setores mais intensos em tecnologia que a média. Outra característica distintiva dos nossos setores alvo é uma pequena distância entre a taxa de inovação de produto e a taxa de inovação de processo.

A evolução do indicador mostra uma perda de intensidade inovativa no revés do ciclo econômico, como era de se esperar quando observamos os indicadores de RLV e de estrutura setorial. Os resultados encontrados, portanto, indicam uma redução da taxa de inovação de produto e/ou processo em todos os setores observados, exceto no de fabricação de instrumentos e materiais, entretanto há especificidades setoriais.

Em termos de nível da taxa de inovação de produto, em 2017, a fabricação de aparelhos eletromédicos foi o que apresentou maior valor, 57,3% das empresas consultadas relataram ter efetuado inovação de produto. Entretanto, este resultado indica uma redução de 21,2 pp em relação à 2011. O comportamento da taxa de inovação de processo foi o inverso: em termos de nível, também foi o maior dentre os setores observados (56,4%), mas apresentou um crescimento de 19,0 pp em relação à 2011. Indicando maior evolução no que tange melhorias produtivas que novos produtos a serem providos ao mercado.

A fabricação de instrumentos materiais foi o setor com melhor resultado em termos de evolução da taxa de inovação, na comparação com 2011, mas sua taxa de inovação de produto está entre as mais baixas dos setores selecionados (27,7% em 2017, ante 24,9% em 2011). A taxa de inovação de processo, por outro lado, foi a segunda maior (43,4%, em 2017, e 38,0% em 2011). Os instrumentos materiais foi o setor com maior diferencial entre taxa de inovação de produto e taxa de inovação em processo, com larga vantagem desta última.

O setor de fabricação de farmoquímicos e farmacêuticos foi o que apresentou menor diferença entre as taxas de inovação de produto e processo, mas houve reduções em ambas, de 4,9 e 7,5pp, respectivamente, entre os anos de 2011 e 2017. Estes resultados se deram

após um aumento, em 2014, de 2 pontos percentuais dos produtos e 7,4 pontos percentuais dos processos, havendo, portanto, uma inflexão da tendência anterior.

Tabela 2 - Taxa de Inovação (%) - Setores selecionados, 2011/2014/2017

Setores		Taxa de Inovação (%)			
		Produto e/ou Processo	Produto	Processo	Produto e Processo
Indústria de Transformação	2011	35,9	17,5	32,0	13,5
	2014	36,3	18,4	32,5	14,5
	2017	34,3	18,6	29,1	13,4
Variação p.p		-1,6	1,1	-2,8	-0,1
Farmaquímicos e farmacêuticos	2011	53,8	37,0	37,4	20,5
	2014	52,2	39,0	44,8	31,7
	2017	40,6	32,1	29,8	21,3
Variação p.p		-13,2	-4,9	-7,5	0,8
Farmaquímicos	2011	46,7	28,3	42,7	24,2
	2014	21,9	21,9	19,4	19,4
	2017	38,9	25,8	36,5	23,4
Variação p.p		-7,8	-2,5	-6,2	-0,8
Farmacêuticos	2011	54,4	37,7	36,9	20,2
	2014	55,4	40,8	47,5	33,0
	2017	40,8	32,8	29,1	21,1
Variação p.p		-13,6	-5,0	-7,8	0,9
Aparelhos eletromédicos	2011	88,5	78,5	37,4	27,5
	2014	72,7	67,6	58,3	53,2
	2017	59,8	57,3	56,4	54,0
Variação p.p		-28,7	-21,2	19,0	26,5
Instrumentos e materiais	2011	41,6	24,9	38,0	21,3
	2014	50,5	27,0	47,8	24,4
	2017	45,9	27,7	43,4	25,2
Variação p.p		4,3	2,8	5,4	3,9
CEIS	2011	50,8	34,8	37,7	21,7
	2014	52,8	33,8	47,8	28,9
	2017	45,5	31,4	40,5	26,4
Variação p.p		-5,4	-3,4	2,8	4,7

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

A redução apontada acima tem relação direta com a redução do gasto com as atividades de inovação (

Tabela 3). Foi possível verificar uma dupla redução ao longo do período analisado: queda da intensidade do gasto, medido pela razão entre o dispêndio total com as atividades de inovação e a receita líquida de vendas, e reduções no valor real absoluto gasto. Portanto, as reduções no gasto absoluto foram em maior magnitude que a queda observada na RLV.

O setor farmoquímico e farmacêutico teve sua intensidade do gasto reduzida de 4,8% para 4,2%, em 2014, e 3,6%, em 2017. Em termos absolutos, foram duas quedas consecutivas no valor gasto, de 1,4% e 17,2%. O mesmo ocorreu com os aparelhos eletromédicos, mas em maior magnitude: a intensidade do gasto foi de 10,6%, em 2011, para 1,9%, em 2017. Resultado verificado após reduções do dispêndio de 30,0% e 25,7% em 2014 e 2017, respectivamente.

Os instrumentos e materiais apresentaram uma menor queda, de 0,2 pp, entre 2011 e 2017. Entretanto, seu gasto apresentou um aumento de 16,6%, seguido de uma redução de 11,6%.

Considerando esses 3 setores como setores da indústria de transformação do CEIS, a redução da intensidade do dispêndio foi de 4,6% para 3,5%, entre 2011 e 2017, resultado de duas reduções consecutivas: 0,8%, em 2014, e 16,8%, em 2017.

Tabela 3 - Dispêndio inovativo (em milhões de reais a valores de 2020), intensidade do dispêndio (%RLV) e variação (%) - Setores selecionados, 2011/2014/2017

Setores	Anos	R\$	%RLV	Variação (%)
Indústria de Transformação	2011	86.363	2,5	-
	2014	76.949	1,7	-10,9
	2017	52.740	1,7	-31,5
Farmoquímicos e farmacêuticos	2011	3.186	4,8	-
	2014	3.141	4,2	-1,4
	2017	2.601	3,6	-17,2
Farmoquímicos	2011	26	3,0	-
	2014	267	38,4	944,1
	2017	29	4,3	-89,0
Farmacêuticos	2011	3.160	4,8	-
	2014	2.875	3,8	-9,0
	2017	2.572	3,6	-10,5
Aparelhos eletromédicos	2011	123	10,6	-
	2014	86	2,7	-30,0
	2017	64	1,9	-25,7
Instrumentos e materiais	2011	313	3,0	-
	2014	365	2,9	16,6
	2017	323	2,8	-11,6
CEIS	2011	3.622	4,6	-

2014	3.592	3,9	-0,8
2017	2.988	3,5	-16,8

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

Portanto, em termos reais, não somente os setores da indústria de transformação do CEIS estão com menor receita e menor taxa de inovação, mas também estão, seguidamente, reduzindo seus gastos com as atividades de inovação. Nesse sentido, nos próximos tópicos, qualificaremos essas trajetórias pela intensidade do *upgrading* tecnológico.

3.3 Intensidade do upgrading tecnológico: capacitações produtivas, tecnológicas e de pesquisa & desenvolvimento

Para capturar a intensidade do *upgrading* tecnológico, utilizamos dois grupos de indicadores complementares. Inicialmente, apresentamos o dispêndio das atividades inovativas, classificadas como atividades voltadas à acumulação de capacitações produtivas, de capacitações tecnológicas e de capacitações de P&D em cada um dos setores. A esse indicador, soma-se o grau de difusão dessas atividades nas empresas consultadas pela PINTEC, isto é, foi calculada também a porcentagem das empresas que declararam terem realizado cada uma das atividades.

No que tange as capacitações de P&D, também é apresentada a mão-de-obra alocada nestas atividades. De modo que quanto maior seu grau de instrução e quantidade, maior podemos considerar que foi o acúmulo de capacitações deste tipo.

Na sequência, são apresentados os dados de impacto das inovações em termos da diversidade tecnológica gerada. Inovações que são aprimoramentos de produtos ou processos, são consideradas como resultantes de aumento de capacitações produtivas, ou seja, resultantes de melhorias incrementais em métodos ou produtos cujo conhecimento está presente na firma ou no setor. Inovações que sejam completamente novas para a firma no nível do mercado e mundial são consideradas como resultantes da geração de conhecimento novo, portanto, aumentam a diversidade tecnológica e causam maiores impactos em termos competitivos.

Os dados são apresentados por setores: primeiro a fabricação de produtos farmacêuticos e farmoquímicos; em segundo, aparelhos eletromédicos e, em terceiro, instrumentos e materiais.

3.4 Fabricação de produtos Farmacêuticos e Farmoquímicos³

A

Tabela 4 apresenta os resultados do dispêndio inovativo do setor de fabricação e produtos farmacêuticos e farmoquímicos e seus respectivos indicadores. Como indicado anteriormente, este setor apresentou duas reduções consecutivas do valor de seu gasto com inovação. Porém, o perfil do gasto se alterou, de modo que o P&D interno aumentou sua participação no gasto total na medida que seu valor apresentou incrementos de 6,6 e 1,8%, em 2014 e 2017, nas comparações com os períodos anteriores. Desta forma, a intensidade do gasto apresentou aumento em relação à 2014, mas se manteve muito próximo do seu valor de 2011 (2,4%).

A redução de maior magnitude foi do gasto com capacitações produtivas, cujo valor total apresentou redução de 60,7% entre 2014 e 2017, de modo que sua participação no total gasto foi de 20,2% para 9,1%. Indicando uma redução na atualização do conhecimento incorporado nas máquinas e equipamentos e do melhoramento de sua mão-de-obra empregada.

As capacitações tecnológicas também sofreram seguidas reduções de gastos. Com exceção do gasto com a introdução de inovações (crescimento de 0,8%), os gastos com projetos industriais, P&D externo e outros conhecimentos foram reduzidos em 1,4, 56,0 e 56,6%, entre 2014 e 2017.

Assim, a melhora no perfil do gasto, representada pela maior parcela do P&D interno em relação ao total do dispêndio, se dá diante da redução com os gastos nos demais tipos de formas de absorção e acumulação de tecnologia.

Tabela 4 - Dispêndio inovativo (R\$, milhões, valores a preços constantes de 2020), participação no total (%), intensidade do gasto (%) e variação entre períodos (%) - Farmacêutico e Farmoquímico, 2011/2014/2017

	R\$			%Total			%RLV			%Variação	
	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2014	2017
Treinamento	103	54	19	3,2	2,1	0,9	0,16	0,07	0,03	-47,5	-64,1
Máquinas e Equipamentos	498	483	200	15,6	15,4	7,7	0,75	0,64	0,28	-3,1	-58,5
Software	43	56	13	1,3	1,8	0,5	0,06	0,07	0,02	30,1	-75,9

³ Em virtude da disponibilidade de dados, optou-se por apresentar apenas os dados consolidados do setor farmacêutico e farmoquímico.

Capacitações Produtivas	644	593	233	20,2	19,3	9,1	1,0	0,8	0,3	-8,0	-60,7
Projeto Industrial	195	158	155	6,1	5,0	6,0	0,29	0,21	0,22	-19,3	-1,4
Introdução de inovações	350	325	327	11,0	10,3	12,6	0,53	0,43	0,46	-7,2	0,8
P&D externo	377	294	129	11,8	9,4	5,0	0,57	0,39	0,18	-22,1	-56,0
Outros conhecimentos externos	33	81	35	1,0	2,6	1,3	0,05	0,11	0,05	146,4	-56,6
Capacitações Tecnológicas	955	857	647	30,0	27,3	24,9	1,4	1,1	0,9	-10,3	-24,5
P&D Interno	1.586	1.691	1.721	49,8	53,8	66,2	2,39	2,24	2,40	6,6	1,8
Total	3.186	3.141	2.601				4,8	4,2	3,6	-1,4	-17,2

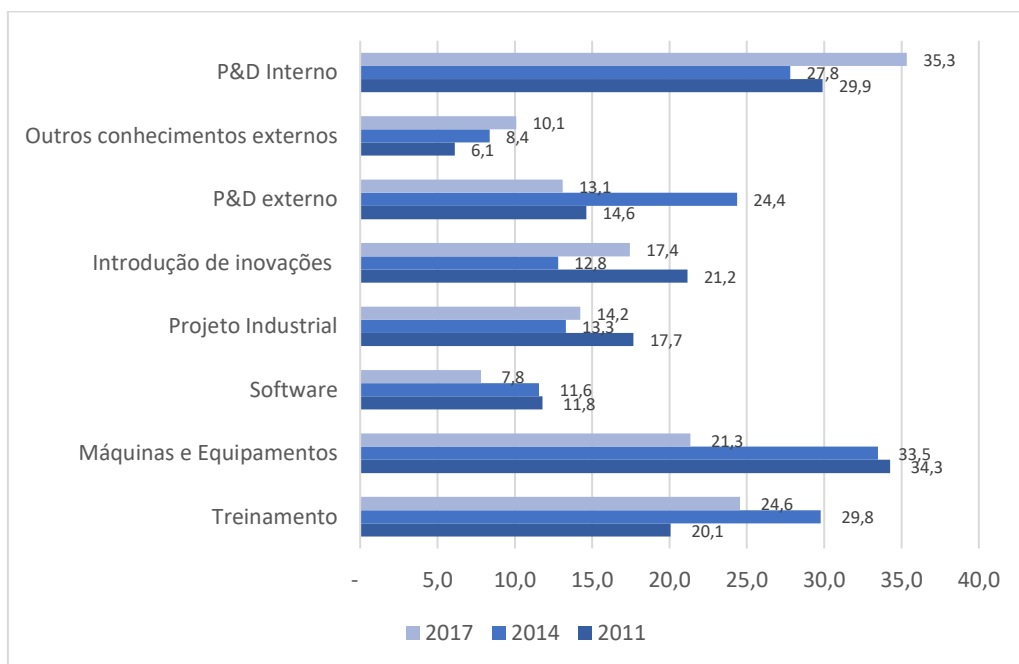
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

Os dados de números de empresas que realizaram cada um dos dispêndios vão ao encontro dos dados de gastos. Em 2017, 35,3% das empresas realizaram atividades de P&D interno, ante 27,8%, em 2014. Portanto, se tornou uma atividade mais difundida entre as empresas do setor.

O inverso, porém, é verificado nas atividades associadas ao acúmulo de capacitações produtivas (treinamento, aquisição de máquinas e equipamentos e aquisição de softwares): houve substantivas quedas em relação à 2014 no número de empresas que declarou ter realizado esse tipo de atividade.

Já o acúmulo de capacitações tecnológicas também apresentou resultado semelhante ao dos gastos: com exceção da aquisição de outros conhecimentos externos, todas as demais atividades foram realizadas por um número inferior de empresas que em 2011.

Gráfico 3 - Percentual de empresas que declararam a realização de gastos em relação ao total de empresas consultadas (%) - Farmoquímico e farmacêutico, 2011/2014/2017



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

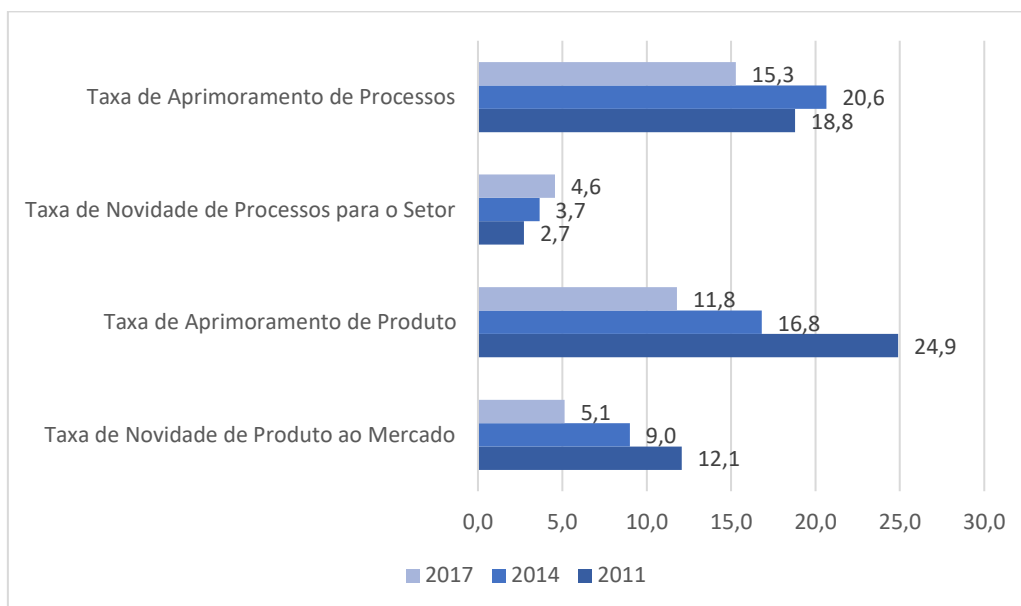
O perfil da ocupação do setor indica que 3,2% de sua mão-de-obra está empregada nas atividades de P&D e houve um forte crescimento do emprego para graduados e pós-graduados em 2014 (25,5%), elevando a participação daqueles que exercem essa atividade com dedicação exclusiva à 70,0% do total do pessoal ocupado em P&D.

Tabela 5 - Perfil da ocupação com P&D - Farmoquímico e Farmacêutico, 2011/2014/2017

	%			%variação	
	2011	2014	2017	2011-2014	2014-2017
Pessoal Ocupado com P&D (%total ocupado)	3,2	3,1	3,2	11,5	-5,8
Pesquisadores, com Graduação e Pós (%total pessoal ocupado com P&D)	59,2	66,7	70,0	25,5	-1,2
Técnicos, com Graduação (%total pessoal ocupado com P&D)	13,7	16,9	8,0	37,4	-55,2

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

Gráfico 4 - Taxa de aprimoramento e taxa de novidade, de produto e processo (%) - Farmoquímicos e farmacêuticos, 2011/2014/2017



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

A taxa de aprimoramento do setor farmoquímico e farmacêutico apresentou redução ao longo dos períodos analisados, tanto para produto, quanto para processos. 11,8% das empresas declararam terem realizado inovações de produtos que foram aprimoramentos de produtos já disponíveis no mercado, em 2017, ante 24,9% em 2011. A taxa de aprimoramento de processos, em 2017, também foi a menor dos 3 períodos observados, totalizando 15,3%, um decréscimo de 5,3 pp em relação à 2014.

A taxa de novidade de produto ao mercado também apresentou uma redução expressiva. Em 2011, foi de 12,1%, caiu para 9,0% em 2014 e, em 2017, teve nova queda, de 4,9 pp, para 5,1. Por outro lado, a taxa de novidade de processos para o setor apresentou acréscimo de 1,9 pp, totalizando 4,6% em 2017.

O setor de fabricação de farmoquímicos e farmacêuticos apresentou redução no ritmo da acumulação de capacitações produtivas e tecnológicas e conseqüente redução no ritmo de introdução de inovações no mercado e no seu setor de atuação. Entretanto, houve a manutenção dos gastos com P&D interno, que constituem a maior parte dos seus dispêndios inovativos, sem alteração expressiva do pessoal ocupado com estas atividades no período mais recente, mantendo suas capacitações de P&D. Há, porém, uma clara tendência de redução do ritmo da introdução de novos produtos, sejam eles aprimorados ou totalmente novos para o mercado, nacional ou mundial.

3.5 Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação

O dispêndio nas atividades de inovação do setor de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação apresentou duas reduções consecutivas de grande magnitude (30,0% e 25,7%, em 2014 e 2017, respectivamente). Essas reduções, porém, foram concentradas no acúmulo de capacitações de P&D, evidenciado pelo corte de aproximadamente R\$ 50 milhões, entre 2011 e 2017. Assim, atividades internas de P&D tiveram uma redução de participação no gasto de 66,5% para 51,2%, entre 2011 e 2017. Em relação à RLV, a redução foi de 7,0 para 1%, neste período, uma vez que houve redução do gasto concomitante ao aumento da RLV.

As capacitações tecnológicas também apresentaram redução do seu valor, de 17,4 e 28,5%, em 2014 e 2017, respectivamente. Houve, porém, um aumento da participação (de 21,1 para 24%, entre 2011 e 2017) dessas atividades no total, já que a redução foi inferior à verificada no gasto com P&D interno. Em relação à intensidade do gasto, houve uma queda de 2,2 para 0,7%.

O dispêndio com capacitações produtivas foi o único a apresentar um aumento real, entre 2014 e 2017, de 21,8%. Esse acréscimo foi em decorrência do aumento do gasto com treinamento e com aquisição de softwares, uma vez que a aquisição de máquinas e equipamentos passou por reduções de 13,3 e 59,6%. Apesar do aumento, a intensidade do gasto foi de 1,3% para 0,5%.

Esta análise evidencia a desarticulação das capacitações de P&D desse setor. Em 2011 era um dos que apresentava a maior intensidade do gasto dentre os setores observados nesse trabalho, entretanto, com os sucessivos cortes dos últimos anos, o crescimento da RLV não constituiu incentivo para a retomada da expansão das suas atividades de P&D.

Tabela 6 - Dispêndio inovativo (R\$, milhões, valores a preços constantes de 2020), participação no total (%), intensidade do gasto (%) e variação entre períodos (%) – Aparelhos eletromédicos, 2011/2014/2017

	R\$			%Total			%RLV			%Variação	
	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2014	2017
Treinamento	1	1	7	0,5	0,6	8,8	0,06	0,02	0,22	-9,9	1127,1
Máquinas e Equipamentos	13	11	5	10,7	13,3	7,2	1,1	0,4	0,1	-13,3	-59,6
Software	1	1	4	1,1	1,1	6,3	0,12	0,03	0,12	-26,9	309,6
Capacitações Produtivas	15	13	16	12,3	15,0	22,3	1,3	0,4	0,5	-14,4	21,8
Projeto Industrial	6	2	2	4,6	2,2	3,1	0,49	0,06	0,06	-65,7	2,0
Introdução de inovações	13	10	10	10,3	11,1	14,9	1,09	0,30	0,29	-24,9	0,1
P&D externo	6	9	4	4,9	10,2	5,7	0,52	0,28	0,11	46,1	-58,4
Outros conhecimentos externos	2	1	0	1,3	1,4	0,3	0,14	0,04	0,01	-26,3	-84,8
Capacitações Tecnológicas	26	21	15	21,1	24,9	24,0	2,2	0,7	0,5	-17,4	-28,5
P&D Interno	82	51	33	66,5	60,0	51,2	7,0	1,6	1,0	-36,9	-36,6
Total	123	86	64				10,6	2,7	1,9	-30,0	-25,7

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

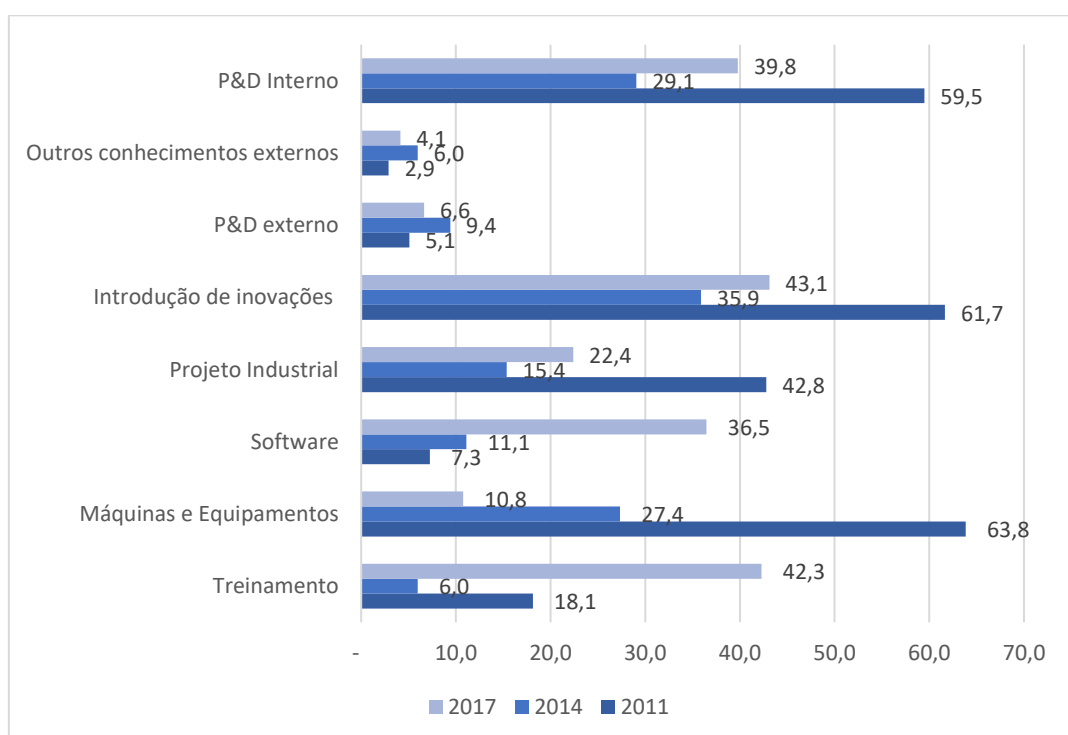
No que tange a disseminação dessas atividades entre as empresas, duas formas de aquisição de tecnologia apresentaram crescimento em relação à 2011: o treinamento, realizado por 42,3% das empresas em 2017, ante 6,0% em 2014 e 18,1% em 2011; e a aquisição de software, realizada por 36,5% das empresas, em 2017, ante 11,1% em 2014 e 7,3% em 2011. A aquisição de máquinas e equipamentos foi a que apresentou a maior queda: de 63,8% das empresas, em 2011, para 27,4 e 10,8%, em 2014 e 2017, respectivamente. Assim, o acúmulo de capacitações produtivas foi mais difundido por meio da capacitação da mão de obra e de novos sistemas computacionais que pela atualização de seus bens de capital, que podem estar atualizados dado o investimento realizado nos períodos passados.

O acúmulo de capacitações tecnológicas foi mais difundido por meio da realização de projetos industriais e da introdução de inovações no mercado, que por meio da aquisição

externa de conhecimento. Porém, todas as atividades com essa finalidade apresentaram redução do número relativo de empresas que as realizaram.

As capacitações de P&D também apresentaram semelhante tendência, em acordo com a redução do valor gasto indicado acima. Apesar do aumento de 10,7 pp no número de empresas que realizaram esse tipo de atividade em 2017 em relação à 2014, o valor foi 19,7 pp inferior ao observado em 2011.

Tabela 7 - Percentual de empresas que declararam a realização de gastos em relação ao total de empresas consultadas (%) – Aparelhos eletromédicos, 2011/2014/2017



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

O pessoal ocupado nas atividades de P&D apresentou uma redução drástica, elucidando a redução dos gastos e da disseminação dessas atividades nas empresas do setor. Houve uma queda de 12,5% para 3,0% dos ocupados com dedicação exclusiva em relação ao total do pessoal ocupado, decorrente de uma redução de 47,0% das ocupações em 2014 em relação ao período anterior. O número de pesquisadores com graduação e pós-graduação e dedicação exclusiva foi reduzido em aproximadamente 40% entre 2011 e 2014, com leve recuperação no período seguinte (crescimento de 14,7%).

Houve uma melhora no perfil destas ocupações com o aumento da participação de pesquisadores com graduação e pós-graduação, entretanto a melhora se dá com redução de ambas as ocupações em relação à 2011.

Tabela 8 - Perfil da ocupação com P&D – Aparelhos eletromédicos, 2011/2014/2017

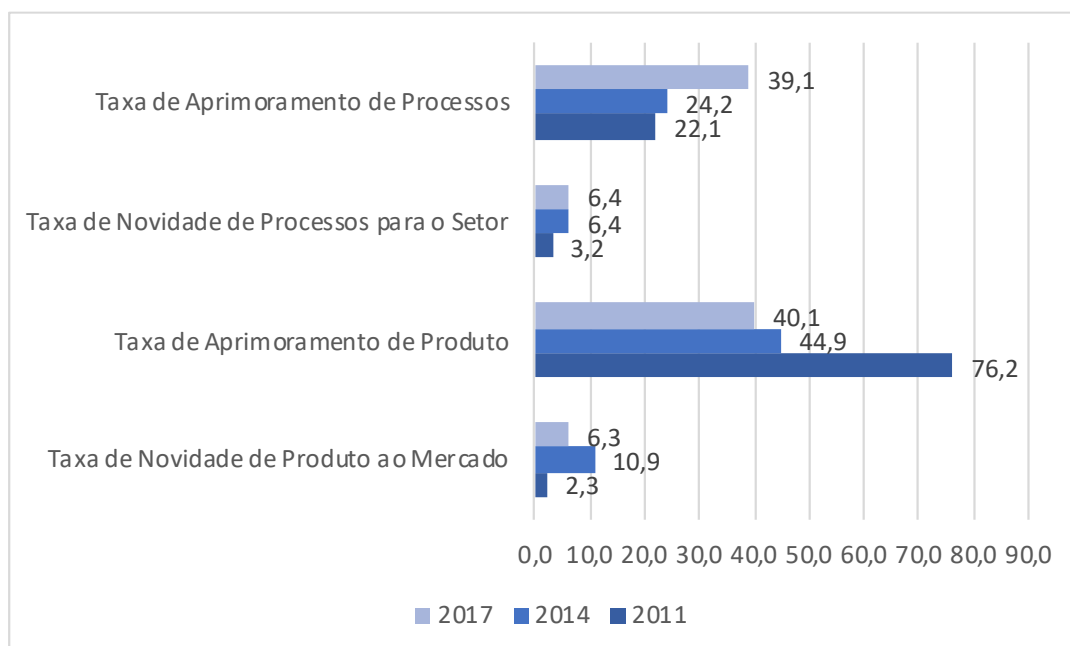
	%			%variação	
	2011	2014	2017	2011-2014	2014-2017
Pessoal Ocupado com P&D (%total ocupado)	12,5	4,7	3,0	-47,0	-4,0
Pesquisadores, com Graduação e Pós (%total pessoal ocupado com P&D)	46,2	53,3	63,7	-38,8	14,7
Técnicos, com Graduação (%total pessoal ocupado com P&D)	30,8	21,0	16,2	-63,9	-25,8

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

As inovações de produto realizadas pelo setor foram concentradas em aprimoramentos de produtos já existentes e quase metade das empresas relataram terem realizado este tipo de inovação. Este valor, porém, foi 26,1 pp inferior ao número de empresas que havia relatado o mesmo em 2011. A taxa de novidade de produto ao mercado também foi reduzida entre as pesquisas de 2014 e 2017 (de 10,9% para 6,3% das empresas), porém foi superior àquela verificada em 2011 (2,3%), indicando um possível resultado bem-sucedido dos gastos com P&D de períodos anteriores.

Os processos inovadores apresentaram comportamento inverso. Houve um aumento no número de empresas que realizou aprimoramento dos seus processos, bem como houve a manutenção da taxa de novidade de processos para o setor, ainda que a uma taxa que contemplou apenas 6,4% das empresas.

Tabela 9 - Taxa de aprimoramento e taxa de novidade, de produto e processo (%) - Aparelhos eletromédicos, 2011/2014/2017



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

O setor de fabricação de aparelhos eletromédicos apresentou um comportamento com relação ao seu acúmulo de capacitações de drástica redução na intensidade do P&D interno e de outras formas de transferência de conhecimento, tais como a aquisição de P&D externo e outros conhecimentos. O setor, porém, tem uma grande difusão dessas atividades em suas empresas, ao que pese seu tamanho relativamente menor, na comparação com o setor farmacêutico.

3.6 Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos

O setor de fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos apresentou melhoria na qualidade dos seus dispêndios inovativos ao ter um aumento da participação dos gastos com o P&D interno no total, de 19,0% para 32,2%, entre 2011 e 2017. Houve, porém, uma redução real no valor gasto de 20,6% entre 2014 e 2017, totalizando R\$ 27 milhões a menos de gasto. O gasto com esta atividade em 2015 havia sido de R\$ 131 milhões. A intensidade desses dispêndios, dada uma redução da RLV, foi pouco alterada (1,0% ante 0,9%, em 2014 e 2017, respectivamente), indicando a manutenção do esforço inovativo.

As capacitações produtivas apresentaram redução de gastos ao longo de todo o período analisado, com quedas de 8,8% entre 2011 e 2014, e 19,1%, entre 2014 e 2017, reduzindo sua participação no total dos gastos de 61,5% para 46,2%, neste período. A intensidade também caiu: de 1,8%, para 1,2%.

Na contramão dessas atividades, o acúmulo de capacitações tecnológicas apresentou crescimento no ano de 2017 (31,2%), na comparação com 2014, após uma queda neste ano em relação à 2011 (-4,0%). Assim, a participação deste tipo de gasto no total aumentou de 19,5% para 23,8%. A intensidade do gasto foi de 0,6% em 2011, para 0,7% em 2017.

Tabela 10 - Dispendio inovativo (R\$, milhões, valores a preços constantes de 2020), participação no total (%), intensidade do gasto (%) e variação entre períodos (%) – Instrumentos e materiais, 2011/2014/2017

	R\$			%Total			%RLV			%Variação	
	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2011	2014	2017	2014	2017
Treinamento	4	5	13	1,4	2,0	6,2	0,04	0,04	0,11	20,6	149,7
Máquinas e Equipamentos	179	156	100	57,3	42,7	31,0	1,7	1,2	0,9	-13,1	-35,8
Software	9	15	29	2,9	4,0	9,0	0,09	0,12	0,25	64,0	99,0
Capacitações Produtivas	193	176	142	61,5	48,8	46,2	1,8	1,4	1,2	-8,8	-19,1
Projeto Industrial	17	16	17	5,4	4,4	5,2	0,16	0,13	0,15	-5,5	5,5
Introdução de inovações	26	25	35	8,2	7,0	10,7	0,24	0,20	0,30	-0,6	35,8
P&D externo	15	14	9	4,9	3,8	2,7	0,15	0,11	0,07	-10,3	-37,9
Outros conhecimentos externos	3	3	17	0,9	0,9	5,2	0,03	0,02	0,14	9,1	428,6
Capacitações Tecnológicas	61	58	77	19,5	16,0	23,8	0,6	0,5	0,7	-4,0	31,2
P&D Interno	59	131	104	19,0	35,8	32,2	0,6	1,0	0,9	120,0	-20,6
Total	313	365	323				3,0	2,9	2,8	16,6	-11,6

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

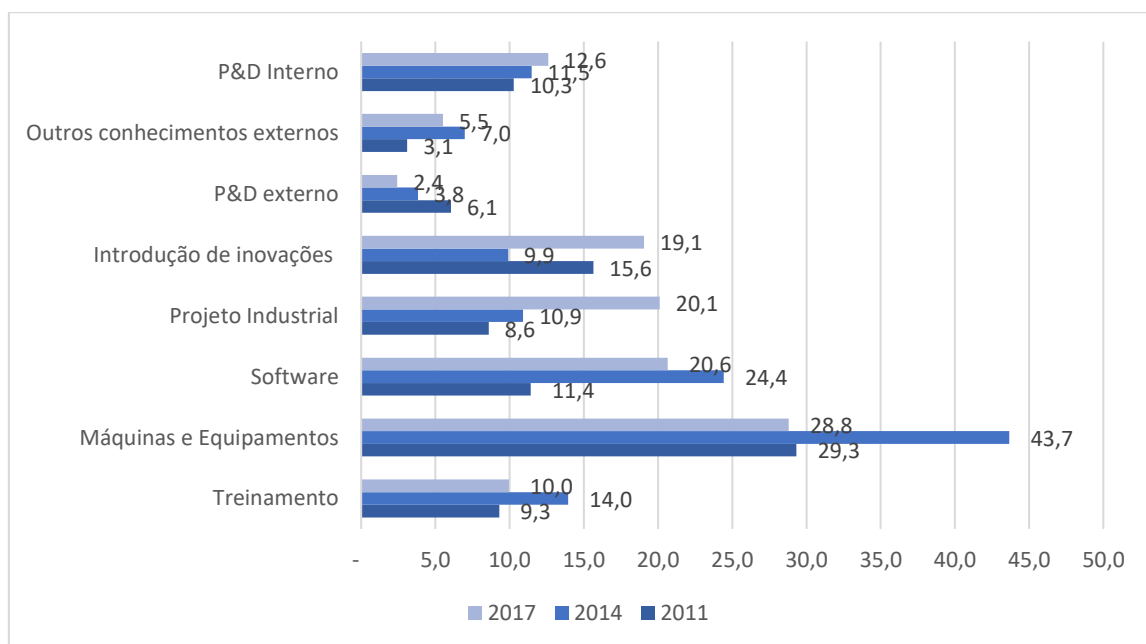
Dentre os setores aqui compreendidos como da indústria de transformação do CEIS, este foi o que o gasto com P&D interno esteve mais concentrado, como indica o gráfico abaixo.

Apesar de um aumento de 2,3 pp no número relativo de empresas que declararam ter realizado P&D interno, apenas 12,6% realizaram esta atividade.

A absorção de conhecimento externo via P&D e outros conhecimentos também se mostrou pouco difundida entre essas empresas, apesar do aumento expressivo de gasto com esta última em 2017 (428,6%), indicando pouca interação do setor com outros agentes criadores de tecnologia. Por outro lado, as introduções de inovações e projetos industriais apresentaram um crescimento substantivo em 2017 na comparação com os demais anos, provavelmente decorrente da atualização de maquinário do período de 2014 e a necessidade de atualizações técnicas e no lançamento de novos produtos.

Quanto ao acúmulo de capacitações produtivas, chama a atenção que, apesar de terem tido um expressivo aumento no gasto real, tanto o treinamento quanto a aquisição de softwares se mostraram presentes em um menor número relativo de empresas em 2017 na comparação com 2014. A aquisição de máquinas e equipamentos apresentou a mesma tendência, mas 2014 se mostrou um período de atualização para 43,7% das empresas.

Gráfico 5 - Percentual de empresas que declararam a realização de gastos em relação ao total de empresas consultadas (%) – Instrumentos e materiais, 2011/2014/2017



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

O setor de instrumentos e materiais apresentou comportamento distinto dos demais em relação ao pessoal ocupado nas atividades de P&D. Apesar de apresentar a menor taxa

de participação na ocupação total (em torno de 1,1% ao longo dos períodos observados), foi o único com aumento no número absoluto de pessoal ocupado na pesquisa. Houve também um aumento expressivo dos técnicos e uma redução marginal dos pesquisadores.

Tabela 11 - Perfil da ocupação com P&D – Instrumentos e materiais, 2011/2014/2017

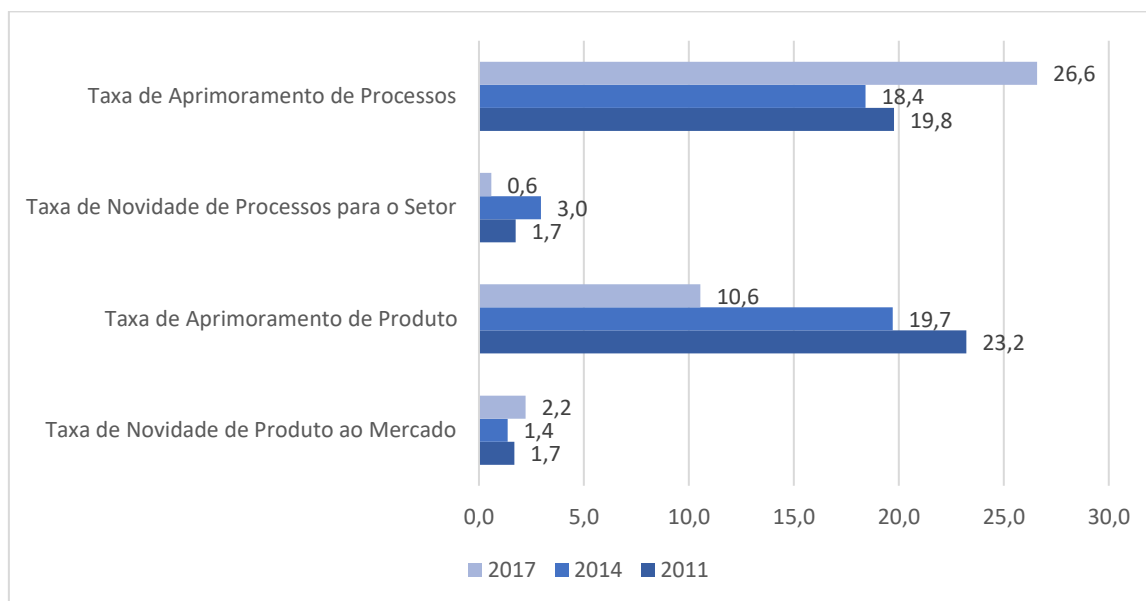
	%			%variação	
	2011	2014	2017	2011-2014	2014-2017
Pessoal Ocupado com P&D (%total ocupado)	1,1	1,1	1,2	19,6	12,7
Pesquisadores, com Graduação e Pós (%total pessoal ocupado com P&D)	48,6	40,5	35,0	-0,5	-2,5
Técnicos, com Graduação (%total pessoal ocupado com P&D)	14,0	20,6	39,2	75,7	114,2

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

O setor de instrumentos e materiais foi o único setor a apresentar aumento da taxa de inovação de produto em todos os períodos analisados. Nota-se, porém, que suas inovações foram concentradas em aprimoramento de produtos e realizados por um percentual inferior de empresas que nos períodos anteriores. A taxa de novidade de produto ao mercado, apresentou uma melhora em relação à 2014: 2,2% das empresas lançaram produtos inovadores para o mercado nacional ou mundial.

Por outro lado, a taxa de aprimoramento de processos foi a maior da série: 26,6% das empresas indicaram que sua principal inovação foi decorrente de aprimoramento em seus processos. As novidades de processo ao setor, foram realizadas por apenas 0,6% das empresas, menor valor da série.

Gráfico 6 - Tabela 7 - Taxa de aprimoramento e taxa de novidade, de produto e processo (%) - Instrumentos e materiais, 2011/2014/2017



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do PINTEC/IBGE

Assim como nos demais setores, os instrumentos materiais também apresentaram redução do gasto com atividades de inovação no último período da PINTEC. Não houve, porém, grandes impactos em termos da intensidade do gasto em virtude da queda da RLV. Seu gasto com acúmulo de capacitações de P&D foi quase o dobro do observado em 2011, embora inferior à 2014, enquanto houve aumento do pessoal ocupado com essas atividades. O acúmulo de capacitações produtivas foi reduzido em virtude da redução na aquisição de máquinas e equipamentos, mas o treinamento e a aquisição de softwares tiveram expressivo aumento. A transferência de tecnologia externa desempenha papel relevante no acúmulo de capacitações tecnológicas.

4. Metodologia da pesquisa de campo: entrevistas

4.1 Trâmites no Comitê de Ética em Pesquisa nas Ciências Humanas e Sociais (CEP-CHS) da Unicamp

O projeto requerido pelo CEP-CHS da Unicamp para aprovação das entrevistas foi elaborado e submetido, ainda na primeira fase da pesquisa, pelo professor Denis Maracci Gimenez, coordenador da proposta de estudo “Novo mundo do trabalho da saúde sob a dinâmica financeira, produtiva e tecnológica do CEIS no contexto da Revolução 4.0”. Tendo em vista o tempo transcorrido até a emissão do parecer consubstanciado pelo CEP-CHS e as exigências aí presentes, o processo foi retomado em julho de 2021, quando da renovação da pesquisa. A principal alteração à essa altura foi a inclusão do eixo 2.1: “Dinâmica global do sistema produtivo e inovação no CEIS: desafios para o bem-estar e a saúde diante da Revolução 4.0” na proposta de pesquisa reenviada ao CEP-CHS, denominada “Ocupações e o Novo Mercado de Trabalho no CEIS 4.0 (Complexo Econômico Industrial da Saúde)”.

A partir das orientações presentes no parecer consubstanciado 4.484.576, foram alterados, além do projeto inicialmente submetido: i) o cronograma (tendo em vista incorporar o prazo de apreciação ética); ii) a folha de rosto e Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), pelos arquivos estarem corrompidos e pela folha de rosto dever incluir a instituição financiadora e; iii) orçamento; também esclarecendo a questão do financiamento. Feitas as alterações, foram novamente submetidos, na primeira semana setembro de 2021, os seguintes documentos: Proposta de Pesquisa, TCLE, Folha de rosto, Parecer CEP CHS e, adicionalmente, uma declaração dos pesquisadores no formato de carta-resposta.

Após nova submissão, foi emitido novo parecer (4.968.455). Nesse caso, as “Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações” incluíam: i) o cronograma, que apesar de adequado ao CEP-CHS, desconsiderava a existência de outros centros co-participantes; ii) o fato de as bolsas de pesquisa terem sido erroneamente declaradas como orçamento – eram verba. Sendo essa a razão pela qual deveriam ser informadas na folha de rosto e na Plataforma Brasil como financiamento. Vale ressaltar que os centros co-participantes consistem em todos aqueles aos quais os entrevistados estão vinculados e que exigem apreciação ética (a equipe de pesquisa checkou caso a caso tal exigência). Uma vez aprovado no CEP local, no caso o CEP-CHS Unicamp, o protocolo, portanto, seguiria para apreciação e aprovação em tais centros. A pesquisa só poderia ser iniciada após a finalização da tramitação em todos os CEPs.

Uma vez realizados os ajustes requeridos, uma nova submissão foi feita no dia 14 de setembro de 2021, tendo sido emitido o terceiro parecer (4.981.340), aprovando o protocolo

no CEPCHS Unicamp. Neste momento, o projeto foi encaminhado para apreciação nos CEPs dos seguintes centros coparticipantes: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP), Hospital Israelita Albert Einstein (HIAE) e Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ).

4.2 Trâmites no Comitê de Ética em Pesquisa dos centros co-participantes

4.2.1 Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (HCFMUSP)

No dia 17/09 foi emitida pendência documental de que é necessário o termo de anuência HCFMUSP. A equipe de pesquisa entrou em contato por e-mail tendo em vista esclarecer se há um modelo para o referido termo e quais os procedimentos para obter a anuência do HC. Não houve resposta até o momento. Uma vez que as exigências sejam cumpridas e a etapa documental aprovada, a proposta será analisada, devendo ser emitido novo parecer consubstanciado pelo CEP da instituição co-participante.

4.2.2 Hospital Israelita Albert Einstein (HIAE)

No dia 30/09 foi emitida pendência documental, tendo sido exigidos as seguintes revisões e documentos:

- Definir a área em que será realizada a pesquisa e o gestor responsável;
- Incluir corretamente o responsável do HIAE na Plataforma Brasil (inicialmente foi indicado o responsável pelo CEP);
- Solicitar registro interno no HIAE junto ao responsável pelo preenchimento do sistema gerenciador de pesquisas;
- Solicitar ou elaborar a Declaração de Atividades de Instituição Coparticipante e incluir na Plataforma Brasil;
- Solicitar ou elaborar o Termo de Anuência, encaminhar ao gestor da área e incluir assinado na Plataforma Brasil;
- Solicitar ou elaborar a Declaração de Responsabilidade do Pesquisador com Seres Humanos e incluir assinada na Plataforma Brasil;
- Adequar o TCLE e incluir na Plataforma Brasil.

- Uma vez que as exigências sejam cumpridas e a etapa documental aprovada, a proposta será analisada, devendo ser emitido novo parecer consubstanciado pelo CEP da instituição co-participante.

4.2.3 Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ)

No dia 17/09 foram aprovados os documentos e emitido o parecer. Neste último, foi sugerida a leitura do Ofício Circular nº 2/2021/CONEP/SECNS/MS, de 24 de fevereiro de 2021, sobre orientações para procedimentos em pesquisas com qualquer etapa em ambiente virtual. Além disso, foram definidas as seguintes “Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações”:

- Adequar a questão dos riscos na proposta de pesquisa;
- Adequar o cronograma na proposta de pesquisa;
- Incluir nova versão da proposta de pesquisa na Plataforma Brasil;
- Adequar o TCLE (incluindo os dados do CEP local) e incluir na Plataforma Brasil;
- Apontar em carta-resposta ao CEP Fiocruz/IOC que a orientação do CEP CHS Unicamp foi que a pesquisa em questão só possui financiamento e não orçamento;
- Solicitar ou Elaborar um documento que: 1) esclareça como será feito o recrutamento dos participantes/contato inicial; 2) contenha o texto que será utilizado para o convite dos participantes (caso seja via plataformas virtuais, e-mail, ou redes sociais) e apresentar para análise ética;
- Solicitar ou elaborar o Termo de Autorização do Uso de Imagem e Voz do participante e incluir na Plataforma Brasil.

A equipe de pesquisa entrou em contato por telefone com um funcionário do CEP Fiocruz esclarecendo algumas dúvidas. Uma vez que as exigências sejam cumpridas e a etapa documental aprovada, a proposta será analisada, devendo ser emitido novo parecer consubstanciado pelo CEP da instituição co-participante.

4.3 Metodologia das entrevistas

As entrevistas não visam coletar informações quantificáveis em uma amostra que tenha relevância estatística, mas sim identificar as expectativas dos principais intervenientes do CEIS no Brasil acerca da evolução esperada do CEIS 4.0 nos próximos anos. Ou seja, no caso do eixo 2.1, pretende-se, por meio das entrevistas, complementar a análise sobre o potencial de adoção e difusão das tecnologias portadoras de futuro no Brasil nos próximos anos. Tais impressões podem contribuir ainda para uma avaliação dos potenciais impactos dessa adoção e difusão sobre a capacidade do CEIS contribuir para a retomada do desenvolvimento econômico, social e tecnológico do país.

No quadro abaixo são sistematizados os grupos e instituições de interesse junto aos quais devem ser selecionados os potenciais entrevistados. Vale mencionar que as indústrias farmacêutica e de equipamentos médicos ainda não foram selecionadas. Em cada uma dessas instituições está prevista a realização de entrevistas em diferentes áreas/institutos, assim como serão selecionados profissionais-estratégicos, ou seja, com notório saber na temática da pesquisa – independentemente da formação – e posição destacada no quadro organizacional, tais como: gestores, coordenadores e diretores de área, pesquisa, núcleos e institutos.

Grupos de Interesse e Instituições Potencialmente Selecionadas

Grupos	Instituição
Ensino	UNICAMP, HCFMUSP, FIOCRUZ, HIAE
Pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I)	UNICAMP, HCFMUSP, FIOCRUZ, CNPEM, HIAE
Serviços de saúde, hospitalar e de apoio, diagnóstico e terapêutico	UNICAMP, HCFMUSP, FIOCRUZ, HIAE, DASA
Indústria farmacêutica (química e biotecnológica)	FIOCRUZ
Indústria de equipamentos médicos (mecânica, eletrônica e materiais).	

4.3.1 Roteiro de perguntas

Ensino & Pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I)

- Quais serão as tecnologias com maior probabilidade de adoção e difusão no país?
- Quais as que são as mais atraentes (prioritárias), tanto do ponto de vista do negócio privado, quanto sobre os impactos sobre a saúde da população?
- Quais serão os modelos de negócio a serem adotados para a incorporação dessas tecnologias prioritárias?
- Quais as tecnologias cuja adoção e difusão no sistema público teriam maior impacto social (aumento da prevenção, redução de mortalidade, redução de internações, aumento da eficiência global do sistema, entre outros)?
- Quem serão os principais demandantes dessas tecnologias (SUS, rede privada, consumidores finais)? Qual é o mercado potencial?
- Quais são as capacitações necessárias para o desenvolvimento e produção dessas tecnologias no Brasil?
- Quais os custos estimados para o desenvolvimento, a adoção e a difusão dessas tecnologias no Brasil?
- Como será estabelecida a cadeia de valor para os bens com as novas tecnologias embarcadas (importação de bens finais, montagem doméstica com alto conteúdo importado ou produção doméstica com baixo conteúdo importado)?
- Qual é o potencial de adensamento da cadeia local para a oferta de bens/serviços portadores das novas tecnologias?
- Haverá (e como seria) P&D&I local? Quem seriam os atores para conduzir essas atividades no país?
- Quais seriam os principais gargalos ou incentivos para uma adoção virtuosa dessas tecnologias?

Serviços de saúde, hospitalar e de apoio, diagnóstico e terapêutico

- Quais serão as tecnologias com maior probabilidade de adoção e difusão no país?
- Quais as que são as mais atraentes (prioritárias) do ponto de vista do negócio?

- Por que são prioritárias (redução de custos, aumento da eficiência ou potencial de lucro)?
- Quais serão os modelos de negócio adotados para a incorporação dessas tecnologias prioritárias?
- Qual é o mercado potencial para as novas tecnologias?
- Quem serão os principais fornecedores?

Indústria farmacêutica e de equipamentos médicos

- Quais serão as tecnologias com maior probabilidade de adoção e difusão no país?
- Quais as tecnologias prioritárias do ponto de vista do negócio?
- Quais serão os modelos de negócio adotados para a incorporação dessas tecnologias prioritárias?
- Quem serão os principais demandantes dessas novas tecnologias (SUS, rede privada, consumidores finais)? Qual é o mercado potencial?
- Como será estabelecida a cadeia de valor para os bens com as novas tecnologias embarcadas (importação de bens finais, montagem doméstica com alto conteúdo importado ou produção doméstica com baixo conteúdo importado)?
- Qual é o potencial de adensamento da cadeia local para a oferta de bens/serviços portadores das novas tecnologias?
- Haverá (e como seria) P&D&I local?
- Quais os principais gargalos ou incentivos para uma adoção virtuosa dessas novas tecnologias?

5. Bibliografia

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

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, 1 abr. 2021.

BELL, M. **Innovation Capabilities and Directions of Development**. 2009.

BELL, M.; FIGUEIREDO, P. N. Innovation capability building and learning mechanisms in latecomer firms: recent empirical contributions and implications for research. **Canadian Journal of Development Studies / Revue canadienne d'études du développement**, v. 33, n. 1, p. 14–40, 1 mar. 2012.

BELL, M.; PAVITT, K. Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. **Industrial and Corporate Change**, v. 2, n. 2, p. 157–210, 1993.

BELL, M.; PAVITT, K. The development of technological capabilities. **The Development of Technological Capabilities**, p. 69–101, 1995.

CGEE, C. D. G. E. E. E.-. **Competências para inovar na indústria farmacêutica brasileira**, 2017.

CHRISTENSEN, J. L.; LUNDVALL, B.-Å. (EDS.). **Product innovation, interactive learning and economic performance**. Amsterdam: Elsevier JAI, 2004.

DUTRÉNIT, G. Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: A Review Essay. **Science, Technology and Society**, v. 9, n. 2, p. 209–241, set. 2004.

DUTRÉNIT, G. The transition from building-up innovative technological capabilities to leadership by latecomer firms. **Asian Journal of Technology Innovation**, v. 15, n. 2, p. 125–149, jan. 2007.

DUTRÉNIT, G. et al. (EDS.). **Learning, Capability Building and Innovation for Development**. London: Palgrave Macmillan UK, 2013.

DUTRÉNIT, G. et al. Development profiles and accumulation of technological capabilities in Latin America. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 145, p. 396–412, ago. 2019.

- FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, fev. 1995.
- GADELHA, C. A. G. Desenvolvimento, complexo industrial da saúde e política industrial. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. spe, p. 11–23, ago. 2006.
- GADELHA, Carlos A. Graboís. 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.
- LALL, S. **Learning to Industrialize**. London: Palgrave Macmillan UK, 1987.
- LALL, S. Technological capabilities and industrialization. **World Development**, v. 20, n. 2, p. 165–186, 1 fev. 1992.
- LEÃO, R.; GIESTEIRA, L. F. O Complexo industrial da Saúde na PINTEC 2017. n. 62, p. 20, 2017.
- LEE, K.; LIM, C. Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries. **Research Policy**, v. 30, n. 3, p. 459–483, 1 mar. 2001.
- MATOS, M. M. Incorporation of knowledge through acquisition in the pharmaceutical industry. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 19, p. e0200016, 3 ago. 2020.
- MORCEIRO, P. C. **Desindustrialização na Economia Brasileira no Período 2000 - 2011**. [s.l.] Cultura Acadêmica, 2012.
- OCAMPO, J. A. Latin American structuralism and production development strategies.pdf. Em: SALAZAR-XIRINACHS, J. M.; NÜBLER, I.; KOZUL-WRIGHT, R. (Eds.). . **Transforming Economies: Making industrial policy work for growth, jobs and development**. Geneva: International Labor Organization, 2014.
- PALMA, J. G. Desindustrialización, desindustrialización “prematura” y “síndrome holandés”. **El Trimestre Económico**, v. 86, n. 344, p. 901, 4 out. 2019.
- 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.
- PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343–373, dez. 1984.
- PEREZ, C.; SOETE, L. Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In *Technical change and economic theory*, ed. G. Dosi, C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg, and L. Soete. London: Pinter Publishers. 1988.

POSSAS, S. Concorrência e Inovação. In: VICTOR PELAEZ; TAMÁS SZMRECSÁNYI (Eds.). **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Hucitec, 2006.

RADOSEVIC, S.; YORUK, E. Why do we need a theory and metrics of technology upgrading? **Asian Journal of Technology Innovation**, v. 24, n. sup1, p. 8–32, 19 set. 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, 1 abr. 2018.

RUIZ, R. M. et al. Complexo Industrial da Saúde. p. 147, 2007.

TIGRE, P. B. **Gestão da inovação**. [s.l.] GEN LTC, 2014.

TORRES, R. L. **CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA BRASILEIRA**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2015.

THOMPSON, P. Learning by doing. In: HALL, B.; ROSENBERG, N. (ed.). **Handbook of the Economics of Innovation**. New York: Elsevier, 2010. v. 1. p. 430-476.



FIOCRUZ

cee