

Título do capítulo	CAPÍTULO 11 INTERESSE COMERCIAL DOS RESULTADOS DA PESQUISA ACADÊMICA EM PROGRAMAS DE COMPUTADOR
Autor(es)	André Rauen Eduardo Toshiro Fujito Marcos Rezende
DOI	DOI: http://dx.doi.org/10.38116/9786556350660cap11

Título do livro	Digitalização e tecnologias da informação e comunicação: oportunidades e desafios para o Brasil
Organizadores(as)	Luis Claudio Kubota
Volume	1
Série	-
Cidade	Rio de Janeiro
Editora	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)
Ano	2024
Edição	1a
ISBN	9786556350660
DOI	DOI: http://dx.doi.org/10.38116/9786556350660

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2024
© Nações Unidas 2024
LC/BRS/TS.2024/1

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos). Acesse: <https://repositorio.ipea.gov.br/> e <https://www.cepal.org/es/publications>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério do Planejamento e Orçamento e da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) ou as dos países que representa.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas. Os Estados-membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir este estudo sem autorização prévia. É solicitado, apenas, que mencionem a fonte e informem à CEPAL sobre essa reprodução.

Este estudo foi elaborado no âmbito do Programa Executivo de Cooperação entre a CEPAL e o Ipea.

Os limites e nomes mostrados nos mapas incluídos neste documento não implicam o seu endosso oficial ou aceitação pelas Nações Unidas.

INTERESSE COMERCIAL DOS RESULTADOS DA PESQUISA ACADÊMICA EM PROGRAMAS DE COMPUTADOR

André Rauen¹
Eduardo Toshio Fujito²
Marcos Rezende³

1 INTRODUÇÃO

A relação universidade-empresa no Brasil já foi amplamente estudada (Albuquerque, Cario e Suzigan, 2011; Suzigan e Albuquerque, 2008; Rauen, 2016; Garcia e Suzigan, 2021 e tantos outros). Os resultados recentes – que são, em certa medida, distintos daquilo que se observou no passado, apesar de casos atuais de sucesso isolados – apresentam uma dinâmica insuficiente para garantir os necessários aumentos de produtividade da economia brasileira e/ou da criação de soluções práticas aos históricos problemas socioeconômicos do país.

Não obstante, diferenças setoriais derivadas de trajetórias tecnológicas específicas não são tão conhecidas. Isto é, parece existir certa noção a respeito do comportamento geral dessa relação recente, mas são parcas as evidências sobre, por exemplo, setores cuja fonte de informação para inovação dependem de conhecimento novo criado em ambiente acadêmico. Esse é o caso, por exemplo, da atividade econômica de desenvolvimento de programas de computador, cuja trajetória tecnológica mundial é marcada pela alta cumulatividade do conhecimento e pela alta oportunidade tecnológica. Assim, seria legítimo esperar alguma distinção na relação universidade-empresa nesses casos específicos.

Este capítulo não tem por objetivo testar tal hipótese, mas sim apresentar argumentos, com embasamento empírico robusto, que permitam inferir sobre sua validade ou não. De fato, trata-se de um esforço exploratório que parte das características da trajetória tecnológica mundial da atividade de desenvolvimento de programas de computador e procura observar como suas idiossincrasias e lógica técnico-econômica influenciam o interesse comercial dos resultados da pesquisa acadêmica.

1. Assessor especial na Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

2. Auditor federal de finanças e controle na Controladoria-Geral da União (CGU).

3. Auditor federal de finanças e controle na CGU.

Este estudo se justifica, primeiro, pela relevância que o desenvolvimento de *softwares* possui diante da moderna dinâmica econômica e, em segundo lugar, pelo fato de que a trajetória tecnológica da atividade nos países de alta renda *per capita* tenderia a estimular uma intensa relação universidade-empresa (Chedid, Carvalho e Teixeira, 2020). Ou seja, esta pesquisa pretende fornecer evidências relevantes sobre os limites e possibilidades de parte do sistema brasileiro de inovação, bem como aprofundar o conhecimento sobre a relação universidade-empresa no Brasil, principalmente em setores cuja pesquisa acadêmica possui, relativa e teoricamente, mais pertinência.

Para atingir seu objetivo, o capítulo se apoia no conceito neoschumpeteriano de trajetória tecnológica, que é observado à luz de uma base inédita e censitária de dados referentes à propriedade intelectual (PI) de Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes) brasileiras.⁴ Sendo assim, o capítulo se divide em quatro outras seções. A seção 2 apresenta uma breve discussão sobre a relevância da pesquisa acadêmica para o desenvolvimento de programas de computador ou *software*, salientando a trajetória tecnológica do setor no mundo. Na terceira seção, apresenta-se a metodologia do trabalho, destacando-se seu ineditismo e sua cobertura. A quarta seção apresenta os resultados em termos do interesse comercial pela pesquisa em programas de computador realizada nas Ifes. Na quinta seção, os resultados são analisados a partir da fundamentação teórica neoschumpeteriana mencionada. Por fim, tem-se as conclusões.

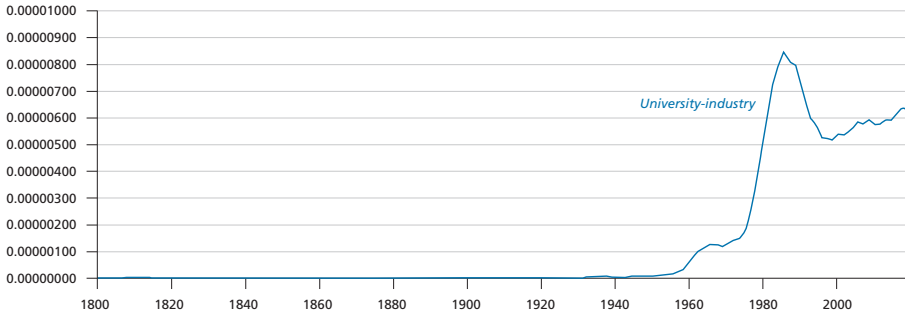
2 RELAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA E A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA RECENTE DA ATIVIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR

Os estudos sobre a relação universidade-empresa se iniciam em meados dos anos 1970 e atingem seu auge em meados dos anos 1980, justamente quando os Estados Unidos aprovam o Bayh-Dole Act, que incrementou as possibilidades legais da relação universidade-empresa no país (gráfico 1). Portanto, a análise empírica formal dessa relação ainda é recente e tem sido tratada nos campos da economia, da sociologia e da administração, mas, sobretudo, na subárea dos estudos das políticas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I).

4. Refere-se ao conjunto das 69 universidades criadas por lei federal, vinculadas ao Ministério da Educação (MEC) e mantidas pela União. No apêndice, é apresentada a lista extraída do sistema e-MEC, adicionada a Universidade Federal do Norte do Tocantins (UFNT), ainda não registrada no sistema.

GRÁFICO 1

Evolução dos livros em língua inglesa com títulos contendo a expressão *university-industry* (Em %)



Fonte: Google Ngram Viewer. Disponível em: https://books.google.com/ngrams/graph?content=%5Buniversity+--+industry%5D&year_start=1800&year_end=2019&corpus=en-2019&smoothing=3.

Nesse contexto, a definição do conceito de tripla hélice por Etzkowitz e Leydesdorff (2000) pode ser tomada como ponto de partida para o atual conjunto de estudos que tem impactado a gestão pública atual, e mesmo as estratégias de inovação das próprias Ifes brasileiras. O principal argumento dos autores é o de que o processo de desenvolvimento baseado em uma sociedade do conhecimento depende de uma relação virtuosa entre universidade-indústria e governo.

Nessa conhecida tríade, as universidades seriam as responsáveis pela geração de conhecimento e mão de obra qualificada; a indústria contribuiria por meio da prospecção de oportunidades, comercialização de novas tecnologias e a criação de novos empregos; e o governo estabeleceria as condições regulatórias de cooperação e o financiamento à pesquisa (pública e privada), além de ficar à frente de políticas ativas de estímulo à inovação.

Contudo, esses três agentes não são monolíticos nem se comportam de maneira homogênea. Da parte da tríade de interesse deste capítulo, as universidades, pode-se afirmar, com certa segurança empírica, são compostas por um grupo extremamente heterogêneo, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento, como o Brasil.

Isso porque a entidade “universidade” também pode considerar centros menores, que não necessariamente realizam as três clássicas funções de ensino, pesquisa e extensão. Muitas se concentram apenas no ensino. Adicionalmente, mesmo as instituições que realizam essa tripla função definidora do conceito de universidade moderna são muito distintas entre si. Ainda que estejam situadas em um sistema de inovação incompleto e tecnologicamente dependente, como é o brasileiro (Albuquerque, 1999; Rauén, 2014), coexistem instituições altamente internacionalizadas que perseguem atividades científicas de excelência com

instituições regionais voltadas à oxigenação do tecido produtivo local no qual estão inseridas.⁵ Portanto, não há um único tipo de universidade.

O conceito da tripla hélice, que já foi inclusive expandido e transformado em quinta hélice (universidade-governo-indústria-sociedade civil e meio ambiente, tal como proposto por Carayannis e Campbell, 2010), dá grande ênfase à universidade como produtora de conhecimento socialmente útil. Ou seja, a formação livre e a busca de conhecimento guiado pela curiosidade aconteceriam, mas não seriam centrais. Por mais lógica que seja tal crítica, pois se trata de uma relação com o mercado que em última instância produz os bens e serviços comercializados, ela implica uma visão excessivamente utilitarista da universidade, principalmente quando esse paradigma teórico passa a dominar as instâncias políticas mais importantes.

Adicionalmente, como demonstra Hughes (2007), tal conceituação não considera as relações assimétricas de poder, as agendas políticas dos agentes e o próprio contexto em que se processa essa relação. Ou seja, existe uma economia política e uma sociologia da tripla hélice que são ainda pouco abordadas. De fato, soluções do tipo receita de bolo para países em desenvolvimento, baseadas no modelo da tripla hélice, são bem conhecidas na política de inovação contemporânea.

Hughes (2007) chega a afirmar que a execução de intervenções públicas semelhantes às da tripla hélice, fora do contexto norte-americano, se aproximariam da anedótica *cargo culture* que se observa em determinadas ilhas da Polinésia, na qual os habitantes locais reproduzem os maneirismos das antigas tropas dos Estados Unidos na esperança de receber cargo ou artefatos que facilitariam suas vidas: “*Cult members were encouraged to abandon previous cultural practices and often mimicked the behavioral characteristics of Americans*” (Hughes, 2007, p. 101).

Uma análise mais detalhada das teorizações de tripla, quádrupla ou quádrupla hélice mostra que existe grande simplificação da relação entre instituições com lógicas distintas, assunção (equivocada) de simetria de poder, ausência de contexto local, excesso de ênfase no formal e um viés demasiadamente científico da inovação, ou seja, a ideia de que inovações sempre dependem de conhecimento universitário novo.

Mas é justamente com base nessas teorizações que se desenhou o *mainstream* da moderna política de inovação no Brasil, tanto nos níveis nacionais quanto sub-nacionais. De fato, é dentro desse espírito que se constroem os atuais instrumentos de fomento à relação da universidade com a sociedade, como a possibilidade de remunerar atividades de pesquisa pública, dividir a PI com agentes privados,

5. O artigo seminal de Etkowitz e Leydesdorff (2000) foi também extremamente relevante para a construção de uma nova prática política de desenvolvimento regional que busca criar um ciclo virtuoso entre espaço geográfico, criatividade e desenvolvimento.

permitir que o professor universitário em regime de dedicação exclusiva abra uma *startup* e nela trabalhe e tantas outras novas permissões legais.

Como se verá, é justamente a adoção desse modelo teórico que fundamenta ações do tipo vitrine tecnológica nas universidades brasileiras e que se apoiam no excedente de tecnologias ainda não comercializadas.

De qualquer forma e apesar de todas as críticas que podem ser feitas, é inegável a relevância da produção de ciência e tecnologia nas universidades para o moderno processo inovativo (figura 1). Essa relevância é ainda maior para setores com muita oportunidade tecnológica que operam na fronteira do conhecimento – muito embora a base científica produzida nas universidades também seja, mesmo que de maneira indireta, fonte de importantes inovações incrementais. Mas é na relação direta com a tecnologia produzida pelas firmas que a relevância da atividade acadêmica de pesquisa fica mais evidente.

Nesse contexto, também é importante destacar o fato de que o Vale do Silício, tão emulado mundo afora, teve sua gênese muito ligada aos esforços de pesquisa aplicada das universidades locais, como Stanford, UC Berkeley, Caltech e outras, muitos dos quais iniciados ainda em meados da década de 1950.

FIGURA 1
Cinquenta anos de inovação pioneira – dados agregados do escritório de transferência de tecnologia da Universidade de Stanford (1970-2020)



Fonte: OTL Stanford (2021).

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

De maneira geral, quanto mais uma atividade inovativa depende de conhecimentos de fronteira, mais a pesquisa universitária (e, portanto, as dinâmicas inerentes ao modelo da tripla hélice) será relevante. Evidentemente, inúmeros outros fatores podem suavizar e até invalidar tal afirmação, mas esse parece ser o caso no desenvolvimento de programas de computador, principalmente em países de primeiro mundo.

Nesse sentido, o desenvolvimento da indústria de *software* mundial não pode ser dissociado do esforço de pesquisa universitário. Inúmeras inovações hoje tidas como essenciais, como a internet, os mecanismos de busca e as interfaces gráficas, tiveram alguma origem na pesquisa acadêmica (Mowery e Rosenberg, 1999).⁶ De fato, o próprio surgimento de boa parte dessas empresas se deve à tecnologia proveniente da universidade (box 1).⁷

BOX 1

A relevância da Universidade de Stanford para a criação do famoso mecanismo de busca e para a própria empresa que domina o setor

O mecanismo original de busca da empresa Google tem origem num esforço de pesquisa dos pesquisadores Larry Page e Sergey Brin, enquanto os dois estavam na Universidade de Stanford. Além da estrutura de pesquisa, a universidade ainda forneceu seu *know-how* em comercialização e rede de apoio.

Inicialmente, os pesquisadores objetivavam desenvolver uma maneira de ranquear páginas da *web* a partir de alguma medida de relevância. Como resultado, foi desenvolvido um novo algoritmo que dava um valor a uma determinada *webpage* considerando o número e a qualidade dos links (para essa primeira página) existentes em outras páginas. O emprego desse algoritmo em *software* criou uma maneira eficiente e precisa para dar tratamento à vasta disponibilidade de dados na rede, justamente em um momento em que ela crescia exponencialmente.

A realização desse esforço de pesquisa na Universidade de Stanford foi fundamental para o sucesso comercial da inovação resultante. Isso porque a referida instituição acadêmica possui longa tradição no fomento à comercialização da pesquisa científica que realiza. De fato, seu escritório de licenciamento de tecnologia (Office of Technology Licensing – OTL) é internacionalmente conhecido pelo profissionalismo e sucesso de suas iniciativas (Leslie & Kargon, 1996). De fato, foi a partir do OTL que a U.S. Patent nº 6.285.999, referente ao algoritmo de busca, foi pedida no escritório norte-americano de PI.

A relevância da universidade não se restringiu a apoio administrativo e científico, por meio do OTL. Os pesquisadores tiveram acesso a uma vasta rede de financiamento e conexões técnico-científicas que auxiliaram no sucesso do mecanismo de busca e garantiram seu crescimento comercial inicial.

Hoje, o algoritmo que sustenta o atual mecanismo de busca é bem mais sofisticado e poderoso, contudo, desenvolvimentos posteriores só foram possíveis depois do estímulo inicial dado, principalmente, pela universidade e sua estratégia de comercialização da pesquisa.



US006285999B1

(12) **United States Patent**
Page

(10) **Patent No.:** **US 6,285,999 B1**
(45) **Date of Patent:** **Sep. 4, 2001**

Fonte: Brin e Page (1998); Leslie e Kargon (1996); Page *et al.* (1998).

6. A relevância da universidade para o moderno setor de *software* permanece nas duas primeiras décadas do século XXI. A Google enquanto empresa só surge em função do apoio de Stanford, e é essa empresa que dá os saltos mais significativos em modelos de linguagem de processamento natural.

7. Todos esses desenvolvimentos tecnológicos também contaram com substancial apoio público (Mazzucato, 2021).

2.1 Programas de computador: cumulatividade e oportunidade tecnológica num mundo em nuvem

O desenvolvimento de *softwares*, apesar de relativamente recente enquanto atividade econômica, já passou por diversos paradigmas tecnológicos. De modo geral, podem ser identificados sete diferentes paradigmas: i) *mainframe computing*, com *softwares* desenvolvidos de forma embarcada para atuar em grandes máquinas centralizadas que tratam dados comerciais; ii) *personal computing*, a partir do desenvolvimento do computador pessoal, os *softwares* passaram a ter aplicação individual e segmentada, voltados para a produtividade da atividade do usuário; iii) cliente-servidor, com as primeiras explorações comerciais em larga escala de computadores ligados em rede e com duas interfaces, uma de usuário e outra de *back-end*; iv) aplicações de internet, com *softwares* (e linguagens) voltados, sobretudo, para possibilitar o uso produtivo da nascente rede mundial de computadores; v) computação móvel, fruto da miniaturização e do barateamento dos componentes eletrônicos, que, por sua vez, permitiram a difusão de *smartphones* e demais aparelhos móveis e passaram a demandar aplicações especificamente desenhadas para esses *devices*; vi) computação em nuvem, com *softwares* voltados ao acesso remoto de dados e informações, inclusive por equipamentos grandes e físicos, mas também por dispositivos móveis; e vii) inteligência artificial (IA), com *softwares* que aprendem com os dados e melhoram sua performance ao longo do tempo (Campbell-Kelly e Aspray, 2004; Ceruzzi, 2012).

Essa velocidade de mudança na trajetória tecnológica da atividade é típica de setores com alta cumulatividade do conhecimento e grande oportunidade tecnológica. Isto é, as inovações se apoiam em prévios desenvolvimentos tecnológicos e criam um círculo virtuoso, no qual mais capacidade de processamento leva a mais capacidade de processamento. Enquanto outras atividades humanas dependem mais de um empirismo talentoso, o desenvolvimento de *softwares* requer estoque prévio de conhecimento.

Em contrapartida, a natureza dessa atividade, ligada ao rápido barateamento e à miniaturização de componentes destinados ao processamento de informações (que precisam de *softwares* para funcionar), permitiu criar inúmeras oportunidades para o surgimento de inovações. O elevado nível de oportunidade tecnológica da atividade e sua pervasividade setorial permitem tratá-la como uma tecnologia de propósito geral (*general purpose technology*).

Adicionalmente, o atual paradigma tecnológico da atividade depende muito do acesso a dados em grande volume, em tempo real e em grande qualidade. Isso porque a IA, principal tecnologia da indústria no momento, é tão boa quanto os dados para os quais ela é treinada. Essa nova demanda passa, pouco a pouco, a criar novas barreiras à entrada, que, se num primeiro momento não são tão fortes, em fases posteriores de expansão dos negócios, tornam-se fundamentais para a

difusão da inovação. Ou seja, a moderna indústria de *software* também se beneficia de economias de rede.

Essas e outras características da trajetória tecnológica da indústria de *software* fizeram com que o conhecimento científico de ponta produzido nas universidades se tornasse essencial para a exploração econômica da atividade e uma importante fonte de informação para o surgimento de inovações.

De fato, esses sete diferentes paradigmas se apoiaram, diretamente, na pesquisa científica liderada por universidades com amplo apoio público, inclusive com fins de defesa nacional. Mas as universidades não são importantes apenas para a geração de conhecimento na forma de novas linguagens de programação e/ou novos algoritmos; elas desempenham outros papéis de relevância na indústria de *software*. Por exemplo, boa parte das inovações dessa atividade depende de mão de obra extremamente qualificada e atualizada, que é formada e reciclada pelas universidades. Essas instituições também apoiam projetos de pesquisa em parceria desenvolvidos explicitamente para aplicar conhecimento científico de fronteira em demandas concretas de empresas. Além disso, as universidades têm o potencial de criar redes de apoio que vão do suporte financeiro ao físico.

Ou seja, a transformação do conhecimento científico produzido no ambiente universitário é uma das formas de cooperação da universidade com a indústria de *software*. Ela é a mais direta e óbvia, principalmente se forem consideradas as inúmeras mudanças de paradigma tecnológico, mas está longe de ser a única.

Adicionalmente, é importante ressaltar que a criação e a manutenção de uma indústria de *software* de classe mundial dependem de inúmeros outros fatores que transcendem os objetos deste trabalho. Um robusto sistema universitário que produz constantemente mão de obra e pesquisa de ponta é uma condição, mas não é suficiente. Para tanto, inúmeros outros vetores precisam estar presentes, e a história recente dos Estados Unidos mostra que um dos vetores mais relevantes para garantir contínuas inovações radicais é o apoio público, tanto como garantidor de demandas de alta complexidade quanto como financiador das estratégias privadas.

O fato essencial aqui é que não é possível haver uma indústria de *software* de liderança mundial sem um sistema universitário que forme mão de obra qualificada e atualizada, que compartilhe instalações e ativos e que, principalmente, produza diuturnamente conhecimento de fronteira nas áreas da ciência da informação e correlatas. Mesmo que a presença de um robusto sistema de pesquisa universitária seja também relevante para um amplo conjunto de indústrias, notadamente para aquelas atividades de maior complexidade tecnológica, é no desenvolvimento de *softwares* que essa dependência se mostra mais evidente, pelo menos no primeiro mundo.

2.2 Dos desafios na comercialização da pesquisa universitária em programas de computador

Mesmo que a indústria de *software* tenha particularidades muito evidentes, como demonstrado anteriormente, é difícil estabelecer na literatura desafios específicos a ela no que diz respeito à relação com a pesquisa acadêmica. A literatura especializada entende que os problemas não são exclusivos de uma determinada atividade econômica e, por isso, se concentram em grandes desafios que podem ser mais ou menos afetados pela trajetória tecnológica das diferentes atividades econômicas.

Entre esses desafios, destacam-se aqui dois, considerados mais relevantes: i) o vale da morte; e ii) a necessidade de tradução.

A ausência de mecanismos de apoio financeiro às fases mais “cinzentas” do desenvolvimento tecnológico, isto é, quando a pesquisa científica dá lugar ao desenvolvimento de um bem ou serviço propriamente dito, sofre com subinvestimento. Isso porque os instrumentos são desenhados para atender ou a lógica acadêmica ou a lógica empresarial. Legal e institucionalmente, é muito difícil adequar essas duas lógicas no sentido de estabelecer objetivos, métricas, metodologias e gestão de risco comuns. A literatura tem chamado essa fase de *vale da morte*, em que a pesquisa acadêmica comercialmente promissora é abandonada pela ausência de financiamento adequado (Auerswald, 2007).

A existência de diferentes lógicas de funcionamento também cria dificuldade de tradução de interesses comuns. As lógicas de mercado e de busca de conhecimento podem, por vezes, se chocar. Traduzir os interesses e criar relacionamentos virtuosos são grandes desafios da relação universidade-empresa. De fato, a dificuldade de tradução é a principal razão de ser dos escritórios de apoio à comercialização da pesquisa universitária. Essa dificuldade se expressa de diferentes maneiras, como na precificação dos serviços de pesquisa, na definição da titularidade dos direitos de PI e na participação financeira do pesquisador (Rauen, 2016).

Essas diferenças também se expressam nas regras de incentivo e punição dos agentes que compõem os dois lados dessa relação. Os papéis esperados de pesquisadores e empregados privados se confundem, e por vezes os incentivos apontam para sentidos opostos, misturando e amalgamando situações contraditórias. Quando as universidades são eminentemente públicas, como no caso brasileiro, essa situação se torna ainda mais complexa e incerta.⁸

8. Por exemplo, no Brasil, o professor universitário servidor público pode ter o regime de dedicação exclusiva e ainda assim cooperar como uma empresa para a exploração comercial de sua pesquisa. Mas isso exigirá navegar por complexo cipoal legal.

2.3 Estratégias brasileiras de fomento à comercialização da pesquisa em universidades federais

Em que pese a comercialização da pesquisa universitária ter sido relevante para estratégias de desenvolvimento passadas, como nas áreas aeroespacial e agrícola (Albuquerque *et al.* 2011; Suzigan e Albuquerque, 2008), uma nova fase desse relacionamento se inicia apenas em 2004, quando a Lei de Inovação (Lei nº 10.973/2004) é promulgada.

Depois de um processo de aprendizado no qual se observou um baixo uso relativo da referida legislação, bem como poucos resultados concretos em termos de inovações lançadas, ocorre uma revisão e um aprofundamento dos princípios da referida lei, culminando num novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, formado pela redação original da Lei nº 10.973/2004, por sua atualização dada pela Lei nº 13.243/2016 e pela regulamentação dessa nova redação dada pelo Decreto nº 9.283/2018. A essas novas possibilidades legais se soma a recente introdução do Marco Legal das Startups (Lei Complementar nº 182/2021), que também passam a compor o arcabouço jurídico de fomento à CT&I no Brasil.

O conjunto dessas possibilidades legais cria novas permissões e limitações aos diferentes agentes que atuam no sistema de inovação brasileiro e impactam diretamente o potencial de comercialização das pesquisas conduzidas no conjunto das universidades, em especial das Ifes.

Considerando os objetivos deste capítulo, destacam-se as seguintes possibilidades para as Ifes enquanto instituições científicas e tecnológicas (ICTs): i) compartilhar infraestrutura científica e ser remunerada para isso, criando, inclusive, alianças estratégicas baseadas em polos, parques, incubadoras e aceleradoras de empresas;⁹ ii) comercializar a PI resultante do esforço de pesquisa e ser por isso remunerada ou negociá-la com interessados privados;¹⁰ iii) fornecer ao governo bens e serviços resultantes de pesquisa com dispensa do processo licitatório;¹¹ iv) remunerar o ocupante do cargo de docente, mesmo em dedicação exclusiva, quando em cooperação com empresas na aplicação comercial da pesquisa científica

9. "Art. 9º É facultado à ICT celebrar acordos de parceria com instituições públicas e privadas para realização de atividades conjuntas de pesquisa científica e tecnológica e de desenvolvimento de tecnologia, produto, serviço ou processo" (Brasil, 2004).

10. "Art. 6º É facultado à ICT pública celebrar contrato de transferência de tecnologia e de licenciamento para outorga de direito de uso ou de exploração de criação por ela desenvolvida isoladamente ou por meio de parceria" (Brasil, 2004).

11. "Art. 75 É dispensável a licitação [...] XV para a contratação de instituição brasileira que tenha por finalidade estatutária apoiar, captar e executar atividades de ensino, pesquisa, extensão, desenvolvimento institucional, científico e tecnológico e estímulo à inovação, inclusive para gerir administrativa e financeiramente essas atividades, ou para contratação de instituição dedicada à recuperação social da pessoa presa, desde que o contratado tenha inquestionável reputação ética e profissional e não tenha fins lucrativos" (Brasil, 2021).

e permissão para que este tenha parte da PI;¹² v) dar natureza jurídica própria ao Núcleo de Inovação Tecnológica.¹³

Além dessas novidades legais, os órgãos federais de fomento à CT&I passaram a incentivar, formalmente, a comercialização dos resultados da pesquisa nas Ifes. Do ponto de vista das avaliações dos cursos de pós-graduação, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), por meio de grupo de trabalho (GT), definiu a metodologia dos produtos técnicos e tecnológicos resultantes da pesquisa dos diferentes cursos de pós-graduação existentes no país.

Em documento orientador, esse GT inseriu o desenvolvimento de programas de computador como um produto técnico ou tecnológico passível de compor o estoque de resultados de um programa de pós-graduação a ser examinado pela Capes. Isto é, a avaliação dos cursos considera a criação de programas de computador como um indicador de produção independentemente de ele ter sido registrado no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (Inpi) ou não.

Em contrapartida, o documento orientador da avaliação na área de ciências da computação incentiva que programas de pós-graduação na modalidade profissional tenham corpo docente com registro de programas de computador solicitados junto ao Inpi:

3.4. Qualificação mínima de docentes permanentes.

(...)

Para cursos na modalidade profissional:

(...)

- espera-se que o corpo docente possua comprovada capacidade de produção tecnológica – como registros de *software* (*sic*), patentes, produção de *software* e outros artefatos tecnológicos relevantes e inovadores –, distribuída de maneira equilibrada pelo corpo docente (Brasil, 2023, p. 10).

Já o documento orientador da área de astrofísica/física é ainda mais contundente quando afirma que:

12. “Art. 14-A O pesquisador público em regime de dedicação exclusiva, inclusive aquele enquadrado em plano de carreiras e cargos de magistério, poderá exercer atividade remunerada de pesquisa, desenvolvimento e inovação em ICT ou em empresa e participar da execução de projeto aprovado ou custeado com recursos previstos nesta lei, desde que observada a conveniência do órgão de origem e assegurada a continuidade de suas atividades de ensino ou pesquisa nesse órgão, a depender de sua respectiva natureza” (Brasil, 2004).

13. “Art. 16 Para apoiar a gestão de sua política de inovação, a ICT pública deverá dispor de Núcleo de Inovação Tecnológica, próprio ou em associação com outras ICTs: (...) § 3º O Núcleo de Inovação Tecnológica poderá ser constituído com personalidade jurídica própria, como entidade privada sem fins lucrativos” (Brasil, 2004).

além da produção de trabalhos publicados em periódicos e sua classificação no Qualis vigente, será considerada também a produção de patentes, sendo mais importantes aquelas concedidas e principalmente as licenciadas, registro de *software (sic)* e protótipos. Do mesmo modo, essas produções devem ter aderência aos objetivos do curso, suas áreas de atuação e linhas de pesquisa propostas (Brasil, 2022a, p. 10).

Mesmo a área de farmácia, em suas *Considerações sobre Classificação de Produção Técnica e Tecnológica (PTT)*, por exemplo, exige que programas de computadores tenham registro no Inpi ou assemelhado a fim de serem considerados no processo de avaliação.¹⁴

Já o documento orientador para avaliação de cursos de pós-graduação na área de ciências agrárias I¹⁵ define que a produção intelectual na forma de programa de computador precisa ser apresentada na modalidade de registro de programas de computador.

Então, a orientação geral que pode ser extraída de diversos documentos de diferentes áreas de avaliação da Capes é de que seu registro é estimulado e, em alguns casos, inclusive, há condicionamento de sua contabilização como produtos de pesquisa a esse registro oficial.

O incentivo ao registro de programas de computador nas Ifes brasileiras também pode ser observado a partir da perspectiva do pesquisador que nelas atua. Por exemplo, nos últimos anos, a Plataforma Lattes, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), inseriu um guia específico para cadastrar o registro de programas de computador solicitado ao Inpi ou a qualquer outro órgão de PI no mundo. O cruzamento dessas informações dá origem ao conjunto de programas de computador registrado pelo programa de pós-graduação e influencia sua nota.

Observa-se, portanto, um forte estímulo ao registro de todo e qualquer programa de computador desenvolvido por uma Ifes que tenha algum apelo comercial.

Isso porque, segundo a resolução Inpi/PR nº 158/2016:

criações envolvendo programa de computador possuem duas formas de proteção: o direito autoral para o programa de computador e o direito patentário para processos que solucionem problemas técnicos, alcançando efeito técnico, não relacionado a mudanças no código (Brasil, 2016).

Assim, os programas de computador, apesar de, em parte, terem seus direitos patrimoniais assegurados pelos direitos autorais, são fortemente incentivados a ter seu registro realizado quando se enquadrarem no perfil de patente de invenção

14. Disponível em: https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/19_FARM_class_prod_tecn_jan2017.pdf.

15. Agronomia, engenharia florestal e agrícola.

(implementada por registros de programas de computador), atendendo aos três requisitos impostos pela legislação (novidade, atividade inventiva e aplicação industrial), de modo a assegurar maior proteção jurídica.

3 ESTRATÉGIA METODOLÓGICA

Seguindo os moldes propostos por Yin (2009), este é um estudo exploratório. Por isso, não se pretende testar uma hipótese, mas dar elementos empíricos e concretos que podem apontar em um ou outro sentido. Isto é, considerando as características da trajetória tecnológica da atividade econômica de desenvolvimento de *software* ou programas de computador (alta cumulatividade e grande oportunidade tecnológica) e a existência de uma ampla rede de instituições acadêmicas no Brasil, a grande maioria pública, seria lógico supor que haveria grande relação entre universidade e desenvolvedores de *software* no país. Isso porque as universidades, após mudanças legais robustas, bem como fortes incentivos da Capes e do CNPq, passaram a estimular tal relação e porque desenvolvedores de *softwares* dependem de conhecimento científico gerado na universidade.

Contudo, a julgar pelos números apresentados pela última Pesquisa de Inovação (Pintec), elaborada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mesmo que a afirmação feita seja lógica e necessária, não corresponde ao que mostram as evidências mais gerais. Isto é, as poucas evidências concretas sobre o tema apontam para uma relação pouco desenvolvida entre universidade e desenvolvedores, em claro contraste com a realidade de países desenvolvidos, notadamente, a norte-americana.

Por exemplo, no período 2015-2017, a taxa de cooperação geral das atividades dos serviços de tecnologia da informação era de 17,9%, abaixo, por exemplo, da taxa de cooperação de 70,2% do setor de fabricação de produtos químicos inorgânicos, mas acima da taxa geral da manufatura, que era de 14,9%.

Contudo, foi surpreendente a baixa relevância conferida por empresas das atividades dos serviços de tecnologia da informação às universidades como fontes de informação para a inovação. Como mostra a tabela 1, 83,1% das empresas inovadoras desse conjunto afirmaram que essas instituições tinham baixa ou nenhuma relevância como fonte de informação para inovação.

TABELA 1

Empresas que implementaram inovações e que consideraram as fontes de informação para inovação “baixa ou não relevante”, segundo as atividades do setor de serviços selecionados no Brasil (2015-2017)
(Em %)

Atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços selecionados	Departamento de pesquisa e desenvolvimento (P&D)	Universidades ou outros centros
Serviços	14,6	81,6
Atividades dos serviços de tecnologia da informação	16,7	83,1
Desenvolvimento de <i>software</i> sob encomenda	10,0	79,5
Desenvolvimento de <i>software</i> customizável	28,7	78,3
Desenvolvimento de <i>software</i> não customizável	26,6	86,3
Outros serviços de tecnologia da informação	8,0	87,8

Fonte: IBGE (2020).

Esses poucos dados empíricos mostram primeiro que as empresas da indústria de *software* brasileira pouco cooperam, e a grande maioria julga as universidades – conjunto maior que inclui as Ifes, mas também a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), por exemplo – pouco atraentes como fonte de informação para inovação. Em termos de inovação, essas empresas centravam suas estratégias em fontes próprias, notadamente na P&D interna.

Ou seja, esse é o contexto maior no qual se insere esta pesquisa. Dentro dele, inúmeras outras questões podem ser colocadas. Uma das mais relevantes é, portanto, qual é o interesse comercial da pesquisa produzida por um subconjunto dessas mesmas universidades, haja vista que, ao solicitar registro junto a órgão competente, essas Ifes julgam que sua pesquisa, mesmo nesse cenário, tem potencial comercial.

O que se pretende, então, é compreender de forma mais detalhada e circunscrita uma das muitas possibilidades inerentes à relação universidade-empresa no Brasil. Assim, quer se qualificar um já estabelecido consenso de baixa relação universidade-empresa e consequente limitada aplicação comercial de resultados da pesquisa.

Para tanto, as contribuições neoschumpeterianas que tratam das trajetórias tecnológicas foram observadas à luz de uma base de dados inédita extraída de uma *survey* realizada pela Controladoria-Geral da União (CGU) ao longo de 2022.

No segundo semestre de 2021, a CGU enviou às 69 Ifes existentes no país questionários eletrônicos e *templates* de planilhas eletrônicas para a coleta de dados e indicadores de esforço e resultado da gestão da inovação nessas instituições (no total, foram mais de 230 perguntas). Esses instrumentos de coleta fazem parte da ação de auditoria sob a temática da economia da inovação nas universidades públicas federais (Avaliação CGU nº 817.023), cujo objetivo foi avaliar os arranjos,

as estratégias, os incentivos e as políticas de inovação da rede federal de ensino superior a fim de fomentar discussões de políticas e de boas práticas no desenvolvimento da inovação na economia brasileira. Entre as dimensões avaliadas, foi solicitado o histórico de PI e transferência de tecnologia (TT) dessas instituições, com abrangência temporal de 1968 ao segundo semestre de 2021.

Os questionários foram enviados no conjunto de um esforço de auditoria formal, e os indicadores resultantes foram revisados pelas próprias Ifes respondentes.

Especificamente para registros de programas de computador, a qualidade da base de dados é muito boa, mas algumas perguntas tiveram de ser excluídas em razão de respostas incorretas por parte dos respondentes. De fato, dados relacionados à PI e à TT estão entre os de melhor qualidade (quadro 1). Para outros tipos de PI, como patentes, *know-how* etc., que também se encontram na base da CGU, ainda é preciso avaliar com detalhes os casos concretos.

QUADRO 1
Variáveis utilizadas nas análises a partir de avaliação da qualidade das respostas

Variável	Descrição
Número do processo de registro da PI	Identificação do número de registro da PI.
Ifes titular	Identificação da universidade que participou da elaboração da PI.
Âmbito da PI	Nacional e/ou internacional.
Tipo da PI	Programas de computador.
Área de conhecimento de origem	Oito grandes áreas de conhecimento, segundo classificação dada pelo CNPq – ciências agrárias; ciências biológicas; ciências da saúde; ciências exatas e da terra; engenharias; ciências humanas; ciências sociais aplicadas; linguística, letras e artes.
Data de requerimento da PI	Data em que o registro da PI foi requerido.
Status do requerimento	Em análise; concedido; indeferido; arquivado; ou extinto.
Data de concessão	Data em que o órgão responsável concedeu a PI.
Faixa de tempo entre requerimento e concessão (em anos)	Até dois anos; de dois a quatro anos; de quatro a seis anos; acima de seis anos; ou não concedido.
Campo de aplicação (código)	Campo de aplicação, conforme classificação feita pelo Inpi. ¹
Campo de aplicação (descrição)	
Tipo de programa (código)	Tipo de programa utilizado para o registro de programa de computador, conforme classificação feita pelo Inpi. ²
Tipo de programa (descrição)	
Linguagem	Linguagem de programação utilizada no desenvolvimento.
Título da PI	Título da PI dado pelos autores.
Houve TT?	Sim ou não, segundo a existência ou não de TT gerada pela PI.
Tipo da TT (primeiro contrato)	Cessão; licenciamento; fornecimento de tecnologia; assistência técnica; ou franquia.
Quantidade de contratos de TT	Campo numérico.
Tem cotitularidade?	Sim ou não, segundo a existência ou não de parceiro no desenvolvimento da PI.
Quantidade de titulares	Campo numérico.

(Continua)

(Continuação)

Variável	Descrição
Tipo de cotitular (se houver)	Agência de fomento
	Empresa privada
	Empresa pública ou sociedade de economia mista
	Empresa ou parceiro estrangeiro
	Entidade privada
	Órgão público
	Pessoa física
	Sistema S
	Unidades e centros de pesquisa
Universidade	

Fonte: Brasil (2022b).

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/programas-de-computador/campo_de_aplicacao.pdf/view.² Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/programas-de-computador/tipos_de_programa.pdf.

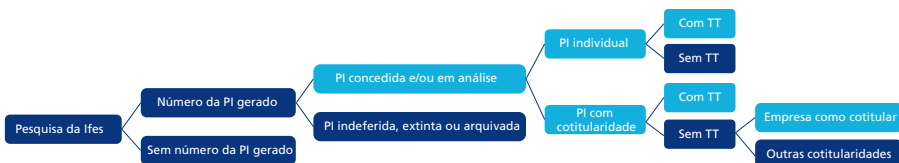
Nesse sentido, optou-se por empregar as análises a partir do pedido de PI por meio de registro de programas de computador ou seu equivalente em escritório nacional ou internacional de PI. Ou seja, esse indicador representa o produto do esforço de pesquisa da Ifes, e a partir dele se constroem as análises.

A ideia básica aqui é que, ao solicitar um pedido de registro de programas de computador em algum escritório de PI, a Ifes acredita no potencial mercadológico de sua descoberta. Isso porque a solicitação de tal registro possui custos materiais e imateriais, assim como pode criar um monopólio temporário naquela tecnologia desenvolvida por instituição pública, bloqueando seu uso para a sociedade. Assim, ela só o faria mediante algum benefício real ou potencial.

A solicitação de registro de um programa de computador (nesse caso, uma PI) não é um processo automático nem neutro. Tal solicitação possui implicações socioeconômicas que variam em função do caso concreto. Assim, trata-se de uma decisão consciente dentro de uma política de inovação, mesmo que esta não exista formalmente. É nessa entidade, a PI, que se baseia este esforço de pesquisa.

FIGURA 2

Representação gráfica da estratégia metodológica



Elaboração dos autores.

Como pode ser observado na figura 2, os dados foram analisados a partir da ótica dos números de PI gerados pela Ifes e posteriormente examinados por um órgão avaliador da PI. Esse número pode se referir a um pedido em análise ou concedido pelo Inpi ou outro escritório nacional (PIs indeferidas, arquivadas ou extintas foram excluídas).¹⁶ Todas as informações foram fornecidas pelas Ifes no âmbito de atividade de auditoria.

Uma pesquisa conduzida pela Ifes pode, então, gerar uma PI ou não, a depender do julgamento sobre seu potencial de comercialização, do grau de ineditismo do resultado, do interesse do pesquisador e da instituição, de mecanismos de incentivo e demais elementos socioeconômicos.

As PIs podem ser: i) patentes de invenção; ii) desenho industrial; iii) *know-how*; iv) marca; v) modelo de utilidade; vi) proteção e cultivares; vii) topografia de circuitos integrados; viii) indicação geográfica; e ix) programas de computador. Aqui, o interesse é apenas na última forma.

Os programas de computador podem ser registrados no Inpi para adicionar garantias quanto a sua propriedade. Isto é, programas de computador já estão protegidos pelos direitos autorais, pois também se enquadram nessa categoria. Contudo, como será visto na seção de discussão, existe um claro incentivo, por parte de órgãos públicos de fomento à CT&I no Brasil (como Capes e CNPq), para que os programas de computador sejam registrados formalmente no Inpi, a fim de comprovar existência.

Dado o elevado tempo médio de avaliação pelo Inpi à época do levantamento da CGU nas Ifes,¹⁷ é importante considerar todas as PIs, e não apenas aquelas com aprovação, porque:

- 1) As tecnologias podem ser comercializadas independentemente do julgamento pelo INPI, em especial em setores de alta oportunidade tecnológica, como o de desenvolvimento de *softwares*. Além disso, produtos da pesquisa em *software* não possuem obrigatoriedade de registro, uma vez que são cobertos por direitos de autor.
- 2) O elevado tempo médio de análise pelo órgão responsável excluiria importantes pedidos de patentes já comercializados. Esse segundo ponto é mais relevante para outros tipos de PIs do que para o registro de programas de computador, cujo tempo médio de aprovação era de até dois anos, de acordo com as próprias Ifes. Mas, no sentido de garantir a possibilidade de comparação entre diferentes tipos de proteção, optou-se por contar os pedidos de registro, e não só aqueles aprovados.

16. A essas PIs foi necessário adicionar vinte produzidas pela Universidade Federal de Goiás (UFG), que, apesar de não terem sido registradas no Inpi, foram comercializadas com terceiros a partir de contratos de TT. Esses foram os únicos casos deste tipo.

17. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/plano-de-combate-ao-backlog>.

Esse número de PI pode ter sido gerado de forma individual (a Ifes atuou sozinha na pesquisa) ou em cotitularidade com uma empresa (além da Ifes, a pesquisa originária foi realizada com, pelo menos, uma companhia).

De acordo com as definições e objetivos deste trabalho e no sentido de permitir ampla comparação intersetorial, o grupo de interesse é formado pelo conjunto de: i) PIs com único titular e algum contrato de TT; ii) PIs com cotitularidade e algum contrato de TT; e iii) PIs com cotitularidade sem contratos de TT, mas com alguma empresa como cotitular. Isso significa que a definição de “interesse comercial” considera apenas os casos em que houve um contrato de TT e nos quais a cotitularidade foi realizada com uma empresa. A trilha que permite formar esse grupo é apresentada em azul-claro na figura 2.

Foi necessário adicionar as PIs com cotitularidade com empresas, pois parte-se do pressuposto de que um esforço de pesquisa em cooperação com essas entidades já constitui uma situação de interesse comercial ou sua tentativa, mesmo que não haja contrato de TT posterior.

Uma vez que apenas com o advento da Lei de Inovação é que houve estímulo formal e específico à comercialização da pesquisa acadêmica no Brasil e que essa lei é de 2004, com a primeira regulamentação apenas em 2005, então, optou-se por restringir a análise ao período 2005-2021.¹⁸

4 INTERESSE COMERCIAL DA PI DE PROGRAMAS DE COMPUTADOR NAS IFES BRASILEIRAS: RESULTADOS PARA O PERÍODO 2005-2021

Considerando o período de análise e as PIs solicitadas na forma de registro de programas de computador, tem-se 3.432 PIs (82% sem cotitularidade). Destas, 98,5% já tinham sido concedidas e 0,26% estavam em análise. O restante tinha sido arquivado ou indeferido. Das aprovadas, 91% o foram num período de até dois anos, o que contrasta com a realidade enfrentada por outras formas de proteção, como patentes, que possuíam, à época, grande *backlog* no órgão responsável.¹⁹

Tal como definido na seção metodológica, aqui se consideram apenas PIs concedidas ou em análise, portanto, temos um universo total de 3.391.

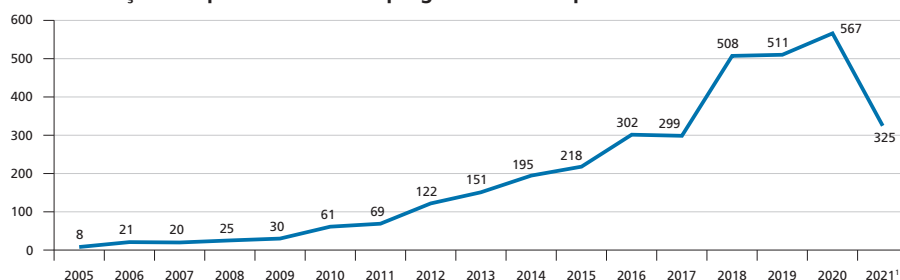
Devido a limitações metodológicas, não é possível saber exatamente qual foi a arrecadação realizada para essas PIs específicas e em todo o período. Parte das Ifes não possui informações individualizadas sobre a arrecadação obtida em cada PI negociada. Contudo, de acordo com dados obtidos pela CGU, de modo agregado e considerando apenas as rentabilizações obtidas durante o período de 2015

18. Considera-se a data do requerimento de pedido de PI junto ao Inpi.

19. Análises preliminares das outras formas de proteção mostram uma realidade bem diferente. Ou seja, de períodos muito mais longos de análise, notadamente, nos casos de patentes de invenção.

a 2020, das 69 Ifes, dez universidades receberam alguma retribuição pecuniária, correspondendo a aproximadamente R\$ 51.615.061,95 (preços de 2020) com licenciamento ou cessão de PI do tipo programas de computador.

GRÁFICO 2
Evolução dos pedidos de PI em programas de computador



Fonte: Brasil (2022b).
Elaboração dos autores.
Nota: ¹ Até o segundo semestre de 2021.

Como demonstra o gráfico 2, houve substancial aumento dos pedidos de registro de programas de computador nos períodos posteriores à introdução da Lei nº 10.974/2004 (Lei de Inovação). O auge da série é 2020, pois 2021 está incompleto, uma vez que a pesquisa da CGU foi realizada com dados enviados até o segundo semestre desse ano.

Considerando os três subgrupos definidos para formar o universo de interesse, tem-se: i) 31 PIs individuais com pelo menos um contrato de TT; ii) 34 PIs em cotitularidade com pelo menos um contrato de TT; e iii) 155 PIs em cotitularidade sem contrato de TT, mas com cotitularidade com empresas privadas ou de economia mista. O universo total de PIs solicitadas com interesse comercial é de 220, o que significa uma taxa de interesse comercial de apenas 6,5% para o período 2005-2021. As análises aqui realizadas também demonstraram que, após dois anos de depósito, as chances de ocorrer um contrato de TT caem substancialmente.

Uma primeira análise, superficial, de todos os tipos de PIs coletados na *survey*, que empregou a mesma metodologia, permite encontrar uma taxa geral próxima desta relativa apenas aos programas de computador.²⁰ E mesmo essa parece ser baixa se considerado o fato de que solicitar a PI junto a órgãos competentes sinaliza que existe alguma percepção de possível interesse comercial (pois a grande maioria não desperta o interesse de empresas).

20. Substanciais desafios metodológicos se colocam quando o objetivo é o cálculo de uma taxa geral para todos os tipos de PIs. Esses desafios devem ser tratados em outro esforço de trabalho. Portanto, julgamos não ser prudente apresentar dados preliminares neste texto, referentes a tal taxa geral.

Isto é, considerando todos os pedidos de PI feitos entre 2005 e 2021, seguramente mais de dois terços não tiveram interesse comercial ao longo do mesmo período. É verdade, contudo, que pedidos feitos mais recentemente, talvez em 2021, podem ainda ser aplicados comercialmente em momentos futuros. Mas o recorte metodológico aqui aplicado permite observar uma baixa taxa de interesse, seja qual for o parâmetro de análise escolhido. Essa taxa pode ser considerada baixa em razão da própria natureza do pedido de PI, qual seja: proteger o inventor no uso comercial de sua invenção. No entanto, se o uso é quase uma exceção, então, a proteção talvez não fosse realmente necessária.

FIGURA 3

Distribuição percentual das PIs em programas de computador com interesse comercial por grande área do conhecimento de origem do projeto



Fonte: Brasil (2022b).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

Considerando as 220 PIs com interesse comercial identificadas: i) 17,7% tinham proteção internacional; ii) 42,7% eram originárias de projetos de pesquisa classificados como da área de engenharias (figura 3); iii) nenhuma estava em análise pelo Inpi; iv) 92,3% das PIs aprovadas o foram em até dois anos; v) 84,6% das que assinaram contratos de TT o fizeram por meio de licenciamento; vi) seis foi o número médio de contratos para aquelas que assinaram algum contrato de TT, embora existam PIs com até 52 contratos; vii) a linguagem mais empregada foi a Java, com 25%; e ix) a IA, tipo de programa mais debatido no mundo no momento em que se escreve este capítulo, representava 26,8% de todos os outros tipos desenvolvidos.

Na figura 3, fica evidente o grande peso das engenharias, seguidas pelas ciências exatas, compostas também pela área de ciências da computação. Esse parece ser um achado relevante, uma vez que seria lógico esperar dominância das ciências

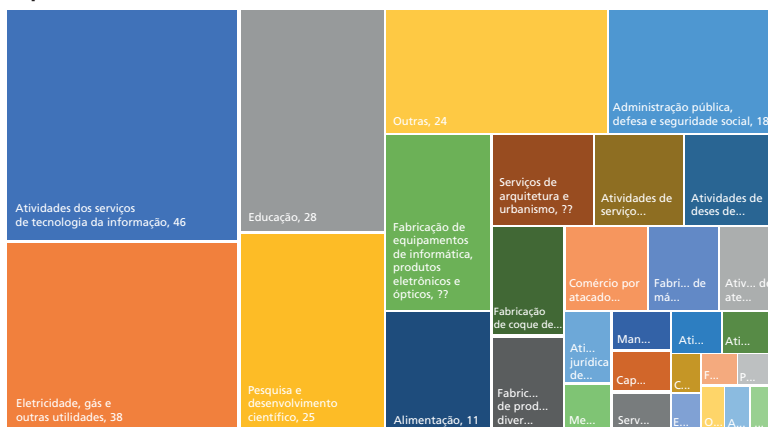
concedidas pelo órgão competente. Ou seja, mesmo em Ifes de destaque, a vasta maioria das PIs produzidas não é de interesse comercial, tal como aqui definido. Apenas uma dessas dezesseis PIs de interesse comercial era baseada em IA.

É dessa Ifes a PI com o maior número de contratos de TT. Trata-se de um *software* para uso em atividades de arquitetura chamado de Arquitetura 2013, cuja área de origem é a de ciências exatas e da terra. O programa é do tipo de biblioteca de rotinas e transferências de arquivo, foi licenciado e não cedido e, assim como a maioria das outras PIs de todo o universo de análise, baseado em Java.

Um outro recorte relevante e um tanto revelador das características das PIs com interesse comercial no universo de análise é aquele feito apenas nas PIs baseadas em tecnologias de IA. Das 59 PIs com interesse comercial que contêm essa tecnologia, aquela com maior número de contratos de TT não passava de três contratos e dizia respeito a um algoritmo para monitoramento de pacientes crônicos desenvolvido pela Universidade Federal de Goiás (UFG) e cedido para aplicação comercial.²³ De fato, nesse subconjunto de PIs que usam inclusive IA, a UFG se destaca com o maior número de contratos de TT (26).

Finalmente, os dados ainda permitem observar os setores – segundo a Classificação das Atividades Econômicas (CNAEs) – que mais demonstraram interesse comercial pelas PIs de registro de programas de computador.²⁴

FIGURA 5
Frequência das CNAEs 2.0 (dois dígitos) das contrapartes nos contratos de TT e das empresas cotitulares



Fonte: Brasil (2022b).

Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

23. Uma mesma PI pode envolver diferentes tipos de tecnologias de programação.

24. Uma mesma PI pode estar associada a mais de uma CNAE.

De forma um tanto lógica e racional, dentro do conjunto de PIs com interesse comercial, o setor de atividades de serviços de tecnologia da informação é aquele com maior interesse pela produção universitária em programas de computador. De todas as 220 PIs com interesse comercial, 46, ou 20,9%, despertaram o interesse desse setor. Ainda que o referido setor no país não apoie suas estratégias inovativas no conhecimento universitário (tabela 1), é o que mais interesse comercial teve nas PIs na forma de registro de programa de computador. Este seria, então, um usuário intermediário.

O setor de eletricidade, gás e outras utilidades, um usuário final de *softwares* desenvolvidos, inclusive por universidades, é o segundo em interesse comercial das PIs em registro de programas de computador. Mesmo não sendo possível testar tal hipótese neste trabalho, provavelmente este fato está ligado à existência do programa de P&D obrigatório da Aneel, que acaba por alimentar a rede universitária com recursos empregados na pesquisa acadêmica, inclusive em *software*.

Quanto ao consumo final, é interessante observar algum interesse comercial pelos setores de alimentação, administração pública e serviços de arquitetura. Esse fato pode significar que os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) estão conseguindo acessar o consumo final sem intermediários do setor de tecnologia da informação e comunicação (TI). Ou seja, que a P&D universitária nem sempre é primeiro incorporada a um produto e/ou serviço de uma empresa típica de TI para só depois chegar ao seu uso final.

De qualquer forma, a complexidade das diferentes atividades econômicas executadas no século XXI, mesmo em países periféricos como o Brasil, exige a presença de programas de computador incorporados nos mais variados bens e serviços comercializados, o que é, em parte, refletido na figura 5. De fato, a referida figura corrobora a afirmação de que os programas de computador passaram, já na virada do século, a se configurar como tecnologia de uso geral.

Considerando apenas projetos com interesse comercial e baseados em IA, a dispersão CNAE é muito parecida, com a mesma predominância das atividades de serviços de tecnologia da informação.

5 DISCUSSÃO

Ao todo, foram encontrados 220 registros de programas de computador com interesse comercial num universo total de 3.432 PIs solicitadas. Com esses números, é difícil realizar afirmações específicas e robustas sobre todos os temas tratados nos questionários aplicados pela CGU. De todo modo, essas pouco mais de duas centenas de PIs permitiram encontrar evidências contundentes sobre a truncada relação universidade-empresa na indústria de *software* brasileira a partir de poucos, mas relevantes, indicadores.

Uma das ausências mais relevantes na análise aqui realizada diz respeito aos valores arrecadados pelas Ifes com contratos de TT relacionados a cada PI de registros de programas de computador. Limitações na coleta de dados impediram tal nível de desagregação para todas as PIs com um nível mínimo de qualidade. Por isso, não foi possível dar esse tratamento.

Contudo, é possível afirmar que, agregadamente, o estoque total das PIs em todas as 69 Ifes permitiu uma arrecadação aproximada de R\$ 51,6 milhões (preços de 2020 para o período de 2015-2020). A título de comparação, só a rubrica de investimento das Ifes, em 2020, foi de R\$ 1,4 bilhão (Brasil, 2022b).

Mesmo com dificuldades de desagregação, foi possível identificar casos relevantes, porém pontuais. Por exemplo, a comercialização de programas de computador pela UFRN garantiu o recebimento de cerca de R\$ 6 milhões, a mais alta arrecadação individual para esse tipo de PI em 2020.

Esses baixos valores relativos são eloquentes e corroboram os dados apresentados anteriormente, isto é, existe hoje um vasto potencial não explorado de conhecimento e tecnologia que, apesar dos esforços e incentivos, não consegue fluir da universidade para o setor produtivo, mesmo em uma indústria tão dependente de conhecimento científico de fronteira como o desenvolvimento de *softwares*.

A causa dessa baixa arrecadação, que transcende as PIs de programas de computador, está associada a uma baixa taxa de interesse comercial, isto é, 93,5% dos pedidos de PIs desse tipo não despertaram o interesse comercial.

É difícil realizar uma comparação internacional válida para esse indicador, uma vez que seria necessário saber os contratos assinados por cada PI depositada em programas de computador, e esse dado não está disponível. Contudo, a julgar pelas informações apresentadas pelo escritório de transferência de tecnologia da Universidade de Stanford, apresentadas no box 1 deste capítulo, é razoável supor que a taxa de interesse comercial brasileira é significativamente baixa para qualquer recorte setorial.

Corroborando essas afirmações (mas sem criar um indicador comparável), pode-se citar, a título ilustrativo, que o escritório de transferência de tecnologia da universidade do Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT), em 2022, fez a solicitação de 311 pedidos de patentes e assinou 99 contratos de licenciamento (TLO, 2022).

Seguramente, em alguma medida, a taxa das Ifes se deve aos fortes incentivos de instituições no fomento à CT&I para que os programas de computador sejam registrados, independentemente da avaliação de sua atratividade comercial. Isto é, o fato de o registro de um programa de computador desenvolvido pela Ifes muitas vezes ser exigido para que este seja válido enquanto resultado da pesquisa acadêmica,

mesmo não tendo apelo comercial, cria um vetor de forte incentivo para que tudo seja registrado e grande ruído seja produzido nos dados.

É verdade, contudo, que o registro de programas de computador é relevante como fonte de informação tecnológica para a sociedade, de forma bastante acessível, sobre o estado da técnica (desenvolvimento tecnológico) disponível. Contudo, se esses registros não são licenciados, não há aplicação social concreta. Na medida em que as Ifes, por definição, não têm interesse estratégico de bloquear o acesso de concorrentes à tecnologia, a PI acaba funcionando apenas como estoque comprovado de tecnologias disponíveis.

Adicionalmente, é preciso lembrar que os registros de programas de computador possuem custos materiais e imateriais. De fato, independentemente do interesse comercial que eles possam despertar, existe todo um trabalho de solicitação, manutenção e guarda por parte do NIT, o qual, em sua maior parte, deveria ser dedicado à TT. Além disso, como dito antes, os registros de programa de computador também bloqueiam potenciais interessados que não pagariam para ter acesso à tecnologia e podem criar apenas mais entrave documental para a sua livre exploração.

O fato essencial é que, para as universidades, os registros de programas de computador foram criados para permitir a negociação comercial da tecnologia desenvolvida, mas, pouco a pouco, se transformaram em documentos de comprovação de produção tecnológica por si. Isso acaba por criar distorções importantes no sistema de inovação.

Nesse contexto, o indicador de interesse comercial revela que a pesquisa em *software* nas Ifes brasileiras não tem sido introduzida no ambiente produtivo, como o é em outros países.

Esse fato é preocupante pois, tal como tratado na seção teórica deste capítulo, as inovações da indústria de *software* de classe mundial muito dependem de conhecimento científico de fronteira. A atual onda de inovação nessa indústria, que utiliza a IA, foi realizada com base em avanços científicos de importantes universidades, e existe forte cooperação na área de processamento de linguagem natural entre empresas como Google e OpenAI e universidades. De fato, as universidades de Stanford, MIT, Berkeley e Carnegie Mellon estão entre as parceiras citadas pela OpenAI nos diversos desenvolvimentos da empresa.

Justamente essa virtuosa relação universidade-indústria-governo, muito difícil de emular fora dos Estados Unidos, permitiu criar as inovações que hoje se difundem pelo mundo a uma taxa inédita e crescente. Hoje, a indústria mundial de *software* se alimenta intensamente da descoberta científica e do conhecimento gerado nas universidades, principalmente naquelas consideradas de ponta.

Essa constante e virtuosa relação acaba por provocar grande oportunidade tecnológica, que, por sua vez, exige constante atualização das capacidades e características dos *softwares*. Ou seja, a velocidade e a intensidade da mudança são maiores do que a média das atividades econômicas. E o diuturno fluxo de conhecimento de fronteira que flui da universidade para o tecido produtivo e para a empresa garante a manutenção dessa dinâmica. Assim sendo, o que resta a uma indústria de *software* que não possui tal fluxo?

É verdade, contudo, que existem casos de sucesso, mas eles acabam por se diluir no ruído provocado por tantas PIs sem interesse comercial. De fato, com um número elevado de PIs (3.342), o esperado é haver alguns desses casos. A questão é que, organicamente, a pesquisa realizada nas Ifes em programas de computador não está chegando na economia brasileira como insumo ao processo inovativo.

A ausência de fluxos de conhecimento na relação universidade-empresa não é apenas prejudicial ao ambiente empresarial; as universidades podem se beneficiar de conhecimento prático produzido nos mercados e nas relações sociais. Novos instrumentos científicos, técnicas e metodologias podem fluir das empresas para as universidades, assim como novos desafios científicos. É sempre bom lembrar que a termodinâmica enquanto ciência surge apenas depois da ampla difusão da máquina a vapor, e não o contrário.

Currículos de formação podem ser adequados e um ambiente favorável à criatividade e à descoberta pode ser criado quando essa relação é virtuosa, além, evidentemente, da arrecadação de recursos extraordinários. É justamente a partir do reconhecimento de que o benefício é mútuo que se criaram as estratégias baseadas em polos, parques, incubadoras e aceleradoras.

Adicionalmente, pouco se pode dizer sobre a IA com base nos dados aqui apresentados, apenas que ela está presente em número significativo de PIs com interesse comercial e que, apesar das potencialidades atualmente tão discutidas,²⁵ não foi capaz de transformar a dinâmica geral aqui descrita.

Talvez o mais importante achado deste esforço de pesquisa seja a comprovação empírica de que pedidos de registro de programas de computador não são um bom indicador da geração de tecnologia comercialmente aplicável. Isto é, na literatura econômica, enquanto artigos indexados são empregados como indicadores de *output* científico, PIs, por sua vez, são largamente empregadas como indicadores de *output* de inovação. As evidências aqui apresentadas exigem que se relativize tal emprego. Isso porque, em PIs de programas de computador provenientes de Ifes, a maior parte não tem despertado interesse comercial.

25. Disponível em: <https://time.com/6255952/ai-impact-chatgpt-microsoft-google/>.

Análises iniciais, que ainda precisam ser detalhadas, mostram que o mesmo acontece com os outros tipos de PI. Em menor intensidade, é verdade, mas a maior parte das PIs ainda parece ser ruído, que é produzido em função de incentivos quase puramente acadêmicos.

Assim, as estruturas formais criadas para promover a TT nas Ifes, em parte, estão sendo utilizadas para atender requisitos de avaliação e monitoramento de órgãos centrais responsáveis por essas funções e não se dedicando, plenamente, em traduzir o conhecimento científico produzido na universidade para a linguagem e lógicas empresariais.

De fato, a própria criação dessa infraestrutura de apoio à pesquisa tecnológica universitária se deve à adoção acrítica do modelo de tripla hélice a partir de uma realidade norte-americana muito específica. Nessa teorização, a PI é sinônimo de aplicação comercial e, para setores de alta oportunidade tecnológica e cumulatividade, a principal fonte de inovações radicais. Como se viu aqui, esse não parece ser o caso para o desenvolvimento de programas de computador.

Este capítulo não tratou de outras maneiras mais indiretas da contribuição das Ifes para a atividade econômica, inclusive em programas de computador, como a formação de mão de obra qualificada, porque esse não era o objetivo do trabalho. Mas é importante registrar que a comercialização da pesquisa acadêmica é apenas uma das muitas formas que pode tomar a relação universidade-empresa.

Além da questão da mão de obra, não se abordou aqui o apoio na forma de polos, parques, incubadoras e aceleradoras, ou mesmo a relevância da pesquisa acadêmica, para difundir conhecimento e oxigenar o tecido produtivo local. Esses vetores, mais indiretos e subjetivos, também precisam ser analisados, pois têm influência na atividade econômica.

De fato, é interessante que os dados aqui apresentados contrastem com a recente onda de criação de *startups* que exploram a indústria de *software* a partir do ambiente universitário. Diferentes grandes empresas têm criado *hubs* de inovação que visam promover estratégias de *open innovation* com base nas *startups* presentes no ecossistema acadêmico.²⁶ Especula-se que esse contraste se deva ao fato de que tais *hubs* ainda são muito recentes para gerar resultados mensuráveis em termos de PIs.

Da mesma maneira, é preciso reconhecer que outras estratégias de relacionamento, mais sofisticadas, estejam sendo empregadas pelas empresas que buscam a universidade. Como já mencionado, negociar a PI é a forma mais óbvia e formal, mas está longe de ser a única.

26. Disponíveis em: <https://economia.uol.com.br/noticias/redacao/2022/03/22/hubs-de-inovacao-conectam-grandes-empresas-a-startups-e-universidades.htm> e <https://valor.globo.com/patrocinado/embratel/juntos-no-proximo-nivel/noticia/2023/05/12/hub-proximo-nivel-conecta-frentes-de-inovacao-apresentadas-no-web-summit-rio.ghtml>.

Finalmente, é preciso ressaltar que as Ifes não respondem pela totalidade das universidades brasileiras. Nesse grupo, não estão incluídas universidades estaduais, privadas nem importantes centros universitários, como USP, Unicamp, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Apesar disso, o subconjunto aqui considerado ainda é representativo da realidade nacional. Mas, mesmo para a indústria de *software*, generalizações e extrapolações precisam ser feitas com ressalvas, principalmente considerando a ausência das universidades estaduais paulistas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este foi o primeiro esforço de pesquisa realizado a partir de uma base inédita e censitária de dados produzida pela CGU. Inúmeras outras avaliações ainda podem ser feitas, abordando diferentes resultados das pesquisas das Ifes. Esse primeiro esforço foi, então, uma tentativa de sistematizar e analisar esses dados à luz da indústria mais discutida no momento, a indústria de *software*.

Os achados aqui apresentados, que se restringem à dinâmica técnico-econômica da indústria de *software*, demandam que se revejam mecanismos de incentivos que acabam por desvirtuar um importante indicador do resultado da pesquisa científica, a PI.

As avaliações da produção tecnológica (em programas de computador) das universidades brasileiras talvez pudessem ser feitas com base nos contratos de TT assinados e nas cotitularidades empresariais, mas não apenas com base na PI. Este capítulo mostrou que, para registros de programa de computador, a PI não é uma boa *proxy* da produção inovativa. Uma primeira análise de todos os outros tipos de PI aponta no mesmo sentido.

Por isso, as investigações aqui realizadas precisam ser expandidas e cruzadas com outras bases de dados. Por exemplo, com os investimentos do P&D da Aneel e com subvenção e crédito da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Esses cruzamentos permitiriam qualificar melhor esse pequeno, mas importante, grupo de 220 PIs que despertaram interesse comercial. Desses cruzamentos, poderiam se extrair importantes informações, como: i) impactos dos recursos públicos na comercialização da P&D universitária; ii) adequação das empresas beneficiárias; e iii) áreas de aplicação mais demandadas etc.

Uma avaliação mais ampla talvez tenha de seguir outras opções metodológicas em função das diferenças nos tipos de PI. Neste capítulo, as escolhas foram feitas para dar tratamento adequado à indústria de *software*, uma atividade cujo registro não é obrigatório, mas é fortemente incentivado, que possui alta cumulatividade e altas oportunidades tecnológicas. Assim, os achados deste estudo não podem ser, automaticamente, extrapolados para todos os setores.

De qualquer forma, este é um estudo parcial que observou apenas um lado da relação universidade-empresa no Brasil e apenas para um setor. Para uma visão completa, é necessário introduzir a perspectiva empresarial e a maneira como a indústria de *software* no Brasil se insere nos fluxos tecnológicos internacionais. Mas, por exigir outro ferramental analítico e depender de outras bases de dados, foge aos objetivos deste trabalho.

Considerando especificamente a indústria de *software*, o que resta evidente aqui é a impossibilidade de: i) tratar a relação universidade-empresa no Brasil como similar àquela observada nos países desenvolvidos, notadamente nos Estados Unidos; ii) eleger o número absoluto da produção de PI por parte das universidades como uma boa *proxy* do sucesso dessa mesma relação; e iii) aumentar o número de inovações geradas na indústria de *software* a partir, apenas, do incentivo de seu registro em bases oficiais.

Finalmente, é preciso avaliar, em detalhe, quais são as características exatas da pesquisa em programas de computador realizados pelas Ifes brasileiras. Se, por um lado, foi identificado um baixo interesse comercial, por outro, é preciso investigar o impacto dessa mesma pesquisa na produção científica mundial. Esse não foi o escopo deste texto. Além disso, é preciso compreender se outras maneiras mais informais de relação estão ocorrendo e se a atual onda de *hubs* de inovação está afetando a dinâmica da indústria de *software* e a relação universidade-empresas a ela associada.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. da M. National systems of innovation and Non-OECD countries: notes about a rudimentary and tentative “typology”. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 19, p. 602-620, 1999.

ALBUQUERQUE, E.; CARIO, S. A. F.; SUZIGAN, W. **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**. São Paulo: Autêntica, 2011.

AUERSWALD, P. E. Entrepreneurship in the theory of the firm. **Small Business Economics**, v. 29, n. 4, p. 291-304, 2007.

BRASIL. Lei nº 10.973/2004, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, p. 2, 3 dez. 2004.

_____. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Instituto Nacional da Propriedade Intelectual. **Resolução Inpi/PR nº 158/2016**, de 28 de novembro de 2016. Institui as diretrizes de exame de pedidos de patentes envolvendo invenções implementadas por programas de computador. Brasília: Inpi, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/assuntos/arquivos-dirpa/158_2016_patentesprogramacomputador.pdf.

_____. Lei nº 14.133/2021, de 1º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 61-f, p. 1, 1º abr. 2021. Seção 1.

_____. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento orientador de APCN: área 03 – astronomia/física**. Brasília: Capes/MEC, 2022a.

_____. Controladoria-Geral da União. **Auditoria Economia da Inovação nas Universidades Públicas Federais (Ifes)**. Brasília: CGU, 2022b. (Relatório, n. 817123). Disponível em: <https://eaud.cgu.gov.br/relatorios?colunaOrdenacao=dataPublicacao&direcaoOrdenacao=DESC&tamanhoPagina=15&offset=0&fixos=#lista>.

_____. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Documento orientador de APCN: área 02 – ciência da computação**. Brasília: Capes/MEC, 2023.

BRIN, S.; PAGE, L. The anatomy of a large-scale hypertextual web search engine. **Computer Networks and ISDN Systems**, v. 30, n. 1-7, p. 107-117, 1998. Disponível em: <https://snap.stanford.edu/class/cs224w-readings/Brin98Anatomy.pdf>.

CAMPBELL-KELLY, M.; ASPRAY, W. **Computer: a history of the information machine**. Boulder, CO: Westview Press, 2004.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. Triple helix, quadruple helix and quintuple helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? **International Journal of Social Ecology and Sustainable Development**, v. 1, n. 1, p. 41-69, 2010.

CERUZZI, P. E. **Computing: a concise history**. Cambridge, MA: MIT Press, 2012.

CHEDID, M.; CARVALHO, T.; TEIXEIRA, L. University-software industry collaboration: an empirical study based on knowledge management. **Knowledge Management Research & Practice**, v. 20, n. 4, p. 593-605, 2020.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national systems and “mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. **Research Policy**, v. 29, n. 2, p. 109-123, 2000.

GARCIA, R.; SUZIGAN, W. **As relações universidade-empresa**. Campinas: Unicamp, mar. 2021. (Texto para Discussão, n. 405).

HUGHES, A. University industry links and UK science and innovation policy. *In*: YUSUF, S.; NABESHIMA, K. (Ed.). **How universities promote economic growth**. Washington, DC: World Bank, 2007. p. 71-90.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação (Pintec) 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html>. Acesso em: 25 abr. 2023.

LESLIE, S. W.; KARGON, R. H. Selling Silicon Valley: Frederick Terman's model for regional advantage. **Business History Review**, v. 70, n. 4, p. 435-472, 1996.

MAZZUCATO, M. **Mission economy: a moonshot guide to changing capitalism**. London: Penguin UK, 2021.

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. **Paths of innovation: technological change in 20th-century America**. New York: Cambridge University Press, 1999.

OTL – OFFICE OF TECHNOLOGY LICENSING. **Annual Report FY 2021**. Redwood City: Stanford, 2021. Disponível em: https://otl.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj16766/files/media/file/stanford_otl_annual_report_fy2021_0.pdf.

PAGE, L. *et al.* The PageRank citation ranking: bring order to the web. **Technical Report**, Stanford University, 1998.

RAUEN, C. V. O elemento tradução e o êxito na incubação de projetos tecnológicos: o caso da incubadora do INMETRO. **Revista Gestão & Conexões**, v. 3, p. 25-46, 2014.

_____. O Novo Marco Legal da Inovação no Brasil: o que muda na relação ICT-Empresa. **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, v. 2, p. 21-35, 2016.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. da M. **A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, p. 1-27, 2008.

TLO – TECHNOLOGY LICENSING OFFICE. **Annual Report 2022**. MIT, 2023. Disponível em: <https://web.mit.edu/tlo/documents/TLO-FY2022-Annual%20Report.pdf>.

YIN, Robert K. **Case study research: design and methods**. Thousand Oaks: Sage, 2009.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ARORA, A.; GAMBARDELLA, A. **From underdogs to tigers: the rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland, and Israel.** New York: Oxford University Press, 2005.

BRESCHI, S; MALERBA, F. Sectoral innovation systems: technological regimes, Schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. *In*: EDQUIST, C. **Systems of innovation: technologies, institutions and organizations.** Londres: Routledge, n. 1, p. 130-56, 1997.

BRESNAHAN, T. F.; TRAJTENBERG, M. General purpose technologies: “engines of growth”? **Journal of Econometrics**, v. 65, n. 1, p. 83-108, 1995.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

LANGLOIS, R. N.; STEINMUELLER, W. E. Strategy and circumstance: the response of American firms to Japanese competition in semiconductors, 1980-1995. **Strategic Management Journal**, v. 21, n. 10-11, p. 1163-1173, 2000.

LAURSEN, K.; SALTER, A. Searching high and low: what types of firms use universities. **Research Policy**, v. 33, p. 1201-1215, 2004.

MESSERSCHMITT, D. G.; SZYPERSKI, C. **Software ecosystem: understanding an indispensable technology and industry.** Cambridge, MA: MIT Press, 2003.

PERKMANN, M. *et al.* Academic engagement and commercialisation: a review of the literature on university-industry relations. **Research Policy**, v. 42, n. 2, p. 423-442, 2013.

RAUEN, A. T.; FURTADO, A. T. Indústria de alta tecnologia: uma tipologia baseada na intensidade de P&D e no desempenho comercial. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 13, n. 2, p. 405-432, 2014.

STEINMUELLER, W. E. The U.S. software industry: an analysis and interpretive history. *In*: MOWERY, D. C. (Ed.). **The international computer software industry: a comparative study of industry evolution and structure.** New York: Oxford University Press, 1996. p. 15-47.

_____. The role of technical standards in coordinating the division of labor in complex system industries. **Information Economics and Policy**, v. 15, n. 3, p. 347-363, 2003.

WRIGHT, M. *et al.* Mid-range universities' linkages with industry: knowledge types and the role of intermediaries. **Research Policy**, v. 37, n. 8, p. 1205-1223, 2008.

ZUCKER, L. G.; DARBY, M. R.; ARMSTRONG, J. S. Commercializing knowledge: university science, knowledge capture, and firm performance in biotechnology. **Management Science**, v. 48, n. 1, p. 138-153, 2002.

APÊNDICE

QUADRO A.1

Lista das 69 Instituições Federais de Ensino Superior (Ifes) registradas no Ministério da Educação (MEC)

Nome da instituição	Sigla
Fundação Universidade de Brasília	UNB
Fundação Universidade do Amazonas	UFAM
Fundação Universidade do Maranhão	UFMA
Fundação Universidade Federal da Grande Dourados	UFGD
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS
Fundação Universidade Federal de Pelotas	UFPEL
Fundação Universidade Federal de Rondônia	Unir
Fundação Universidade Federal de São Carlos	UFSCAR
Fundação Universidade Federal de São João Del Rei	UFSJ
Fundação Universidade Federal de Sergipe	UFS
Fundação Universidade Federal de Uberlândia	UFU
Fundação Universidade Federal do ABC	UFABC
Fundação Universidade Federal do Acre	UFAC
Fundação Universidade Federal do Amapá	Unifap
Fundação Universidade Federal do Pampa	Unipampa
Fundação Universidade Federal do Piauí	UFPI
Fundação Universidade Federal do Tocantins	UFT
Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco	Univasf
Universidade Federal da Bahia	UFBA
Universidade Federal da Fronteira Sul	UFFS
Universidade Federal da Integração Latino-Americana	Unila
Universidade Federal da Lusofonia Afro-Brasileira	Unilab
Universidade Federal da Paraíba	UFPB
Universidade Federal de Alagoas	Ufal
Universidade Federal de Alfenas	Unifal
Universidade Federal de Campina Grande	UFCG
Universidade Federal de Catalão	UFCAT
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre	UFCSPA
Universidade Federal de Goiás	UFG
Universidade Federal de Itajubá	Unifei
Universidade Federal de Jataí	UFJ
Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF

(Continua)

(Continuação)

Nome da instituição	Sigla
Universidade Federal de Lavras	UFLA
Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG
Universidade Federal de Ouro Preto	UFOP
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE
Universidade Federal de Rondonópolis	UFR
Universidade Federal de Roraima	UFRR
Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC
Universidade Federal de Santa Maria	UFSM
Universidade Federal de São Paulo	Unifesp
Universidade Federal de Viçosa	UFV
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco	Ufape
Universidade Federal do Cariri	UFCA
Universidade Federal do Ceará	UFC
Universidade Federal do Delta do Parnaíba	UFDPAR
Universidade Federal do Espírito Santo	UFES
Universidade Federal do Estado Rio de Janeiro	Unirio
Universidade Federal do Norte do Tocantins	UFNT
Universidade Federal do Oeste da Bahia	Ufob
Universidade Federal do Oeste do Pará	Ufopa
Universidade Federal do Pará	UFPA
Universidade Federal do Paraná	UFPR
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia	UFRB
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ
Universidade Federal do Rio Grande	FURG
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS
Universidade Federal do Sul da Bahia	UFSB
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará	Unifesspa
Universidade Federal do Triângulo Mineiro	UFTM
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri	UFVJM
Universidade Federal Fluminense	UFF
Universidade Federal Rural da Amazônia	UFRA
Universidade Federal Rural de Pernambuco	UFRPE
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	UFRRJ
Universidade Federal Rural do Semi-Árido	Ufersa
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UTFPR

Elaboração dos autores.

