

Análise comparativa das infraestruturas de pesquisa dos institutos federais com as universidades brasileiras

Comparative analysis of the research infrastructures of the federal institutes with the Brazilian universities

Recebido: 01/06/2022 | **Revisado:** 04/10/2024 | **Aceito:** 08/10/2024 |
Publicado: 18/11/2024

José Nilton de Melo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2683-4009>

Instituto Federal de Sergipe
E-mail: niltonmelo@hotmail.com

Gabriel Francisco da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9622-2518>

Universidade Federal de Sergipe
E-mail: gabriel@ufs.br

Como citar: MELO, J. N.; SILVA, G. F. Análise comparativa das infraestruturas de pesquisa dos institutos federais com as universidades brasileiras. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S.l.], v. 3, n. 24, p. e14103, nov. 2024. ISSN 2447-1801. Disponível em: <Endereço eletrônico>.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Resumo

Este artigo busca realizar uma análise comparativa entre as infraestruturas de pesquisa dos institutos federais (IFs) com outras instituições de ciência e tecnologia do Brasil, sobretudo as universidades, com a finalidade de identificar as principais áreas de defasagem e apontar os caminhos de superação, subsidiando os gestores dos IFs quanto às necessidades de investimentos e melhorias na área. O trabalho se enquadra como pesquisa comparativa, com abordagem quantitativa e qualitativa, através do banco de dados oriundos do mapeamento inédito realizado pelo MCTI/CNPq/IPEA, cedidos gentilmente para este estudo. Ainda que mudanças recentes tenham sido implementadas visando a modernização dos IFs, conclui-se que as infraestruturas de pesquisa dessas instituições precisam melhorar em diversas áreas, com destaque para o número e qualificação dos pesquisadores, manutenção dos equipamentos e na quantidade e qualidade dos insumos de pesquisa.

Palavras-chave: Infraestrutura de Pesquisa; Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; Educação Profissional e Tecnológica; Políticas Educacionais.

Abstract

This article seeks to carry out a comparative analysis between the research infrastructures of the federal institutes (IFs) with other science and technology institutions in Brazil, especially universities, in order to identify the main areas of discrepancy and point out ways of overcoming, subsidizing IFs managers regarding investment needs and improvements in the area. The work is framed as comparative research, with a quantitative and qualitative approach, through the database originating from the unprecedented mapping conducted by MCTI/CNPq/IPEA, kindly provided for this study. Although recent changes have been implemented aiming at the modernization of the IFs, it is concluded that the research infrastructures of these institutions need to improve in several areas, with emphasis on the number and qualification of researchers, maintenance of equipment and on the quantity and quality of inputs of research.

Keywords: Research Infrastructure; Federal Institute of Education, Science and Technology; Technological and Professional Education; Educational Policies.

1 INTRODUÇÃO

A educação profissional e tecnológica no Brasil passou por uma extensa e importante mudança com a criação Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (IFs), ocorrido no final de 2008¹. A criação dos IFs alterou não apenas o nome dessas instituições, mas também o perfil institucional delas, de modo que palavras-chave como pesquisa aplicada, empreendedorismo, desenvolvimento socioeconômico, inovação e transferência de tecnologia passaram a fazer parte das agendas de trabalho.

A partir desse novo perfil institucional, aos IFs foi outorgado por força de lei e legado, um novo protagonismo nacional, proporcionando-lhes a possibilidade de atuação como agentes estatais de promoção do desenvolvimento científico-tecnológico, sem negar a sua base de sustentação histórica, que é a oferta de cursos técnicos à sociedade².

Diante desse novo arranjo e pretensões institucionais, surge uma dúvida: as infraestruturas acadêmicas de pesquisa dos IFs estão adequadas para o cumprimento da nova missão instituída pela Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008?

Essa questão norteadora guiará o presente trabalho, que buscará fazer um comparativo com as infraestruturas de pesquisa dos IFs com as demais Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) do Brasil, sobretudo as universidades. Julga-se oportuna essa comparação porque, apesar da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Rede Federal) ter seu início em 1909, enquanto a primeira universidade surgiu no Brasil apenas em 1920³, as universidades já nasceram com o perfil voltado para o desenvolvimento científico e tecnológico, ainda que de maneira tímida (Favero, 2006), ao passo que a Rede Federal universalizou esse propósito apenas com a criação dos IFs. Antes disso, havia ações isoladas por meio da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UFFP) e de alguns CEFETs.

Portanto, o presente trabalho julga coerente e relevante utilizar as universidades brasileiras para avaliar se as infraestruturas acadêmicas de pesquisa dos IFs estão atualizadas e competitivas no contexto nacional. De maneira não exaustiva, o trabalho permitirá apontar as áreas de maior carência e os pontos sobressalentes das infraestruturas de pesquisa dos IFs, subsidiando os gestores públicos quanto às necessidades de melhorias e conservação dos resultados já alcançados.

¹ Em 29 de dezembro de 2008, os 31 Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs), as 75 unidades descentralizadas de ensino (Uneds), juntamente com 39 escolas agrotécnicas e 7 escolas técnicas federais e 8 escolas vinculadas a universidades, deixaram de existir para formar os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, o qual integra a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica.

² Com a reformulação, 50% das vagas dos IFs foram destinadas a cursos técnicos (prioritariamente na forma de cursos integrados ao ensino médio), 20% para cursos de licenciatura e formação pedagógica e os 30% restantes para cursos superiores de engenharia e tecnologia (ver o caput do artigo 8º da Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008).

³ Em 7 de setembro de 1920, por meio do Decreto nº14.343, o presidente Epitácio Pessoa instituiu a Universidade do Rio de Janeiro (URJ), sendo essa a primeira instituição universitária do Brasil. Sobre a história da universidade brasileira, consultar Favero, Maria de Lourdes de Albuquerque. A Universidade no Brasil: das origens à Reforma Universitária de 1968. Educar, Curitiba, n. 28, p. 17-36, 2006.

Com o desenvolvimento dessa pesquisa será possível, dentre outras informações, conhecer as principais semelhanças e diferenças relacionadas aos fatores que influenciam diretamente o desenvolvimento das atividades de ciência e tecnologia dos IFs, particularmente de suas infraestruturas de pesquisa, como perfil dos recursos humanos, instalações físicas e capacidade técnica.

Parte-se da hipótese de que, em comparação com outras instituições similares no Brasil, as infraestruturas de pesquisa dos IFs, devido a sua recente formação e formatação, ainda não possuem um perfil adequado para atender à nova missão institucional que lhes foi conferida.

Portanto, este trabalho propõe realizar uma análise comparativa entre as infraestruturas de pesquisa dos institutos federais e outras instituições de ciência e tecnologia do Brasil, sobretudo as universidades, no intuito de identificar as principais áreas de defasagem e apontar os caminhos de superação, subsidiando os gestores dos IFs quanto às necessidades de investimentos e melhorias na área.

Estudos similares foram desenvolvidos por Almeida et al. (2011) e Rapini et al. (2009), intitulados, respectivamente, “A importância das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação da Região Norte” e “A contribuição das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação brasileiro”. No entanto, o foco desses trabalhos foi analisar a contribuição conjunta dessas instituições para o Sistema Nacional de Inovação (SNI) brasileiro e não uma comparação entre as infraestruturas de pesquisa dessas instituições.

Há também trabalhos comparativos entre os institutos federais e as universidades, como os desenvolvidos por Rodrigues e Gava (2016), intitulado “Capacidade de apoio à inovação dos institutos federais e das universidades federais no Estado de Minas Gerais: um estudo comparativo”, onde os autores analisaram, comparativamente, o apoio à inovação e à transferência de tecnologia dos IFs e das UFs situadas no Estado de Minas Gerais. Nesse trabalho, o objeto de estudo foi o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) dessas instituições, a partir de entrevistas que foram feitas aos seus coordenadores.

Souza (2014), a seu turno, fez um estudo denominado “Institutos federais e *community colleges* americanos: o fomento à pesquisa científica como caminho para o sucesso”, onde fez um estudo comparativo e exploratório sobre os IFs e as faculdades comunitárias americanas, a partir dos modelos de desenvolvimento de atividades de pesquisa científica praticados por essas instituições. Há ainda vários outros trabalhos sobre os IFs cujos objetos de estudo são os NITs e os grupos de pesquisa vinculados ao CNPq, ficando as infraestruturas de pesquisa de fora da análise, lacuna esta que o presente trabalho pretende diminuir.

2 A IMPORTÂNCIA DA INFRAESTRUTURA DE PESQUISA NO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

O termo infraestrutura de pesquisa pode ser compreendido como o conjunto de instalações físicas e condições materiais de apoio utilizados pelos pesquisadores para a realização de atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) (De Negri; Ribeiro, 2013; Mazzoleni; Nelson, 2005). Nesse sentido, infraestrutura de

pesquisa envolve os seguintes equipamentos e recursos: instalações físicas, tais como imóveis, equipamentos e instrumentos usados nas atividades de PD&I; recursos baseados em conhecimento, como bibliotecas, coleções, arquivos e base de dados, utilizados em pesquisas científicas; e recursos de tecnologia da informação e comunicação, como softwares e bancos de dados (De Negri; Ribeiro, 2013).

Uma boa infraestrutura de pesquisa está diretamente correlacionada com o avanço científico e tecnológico de uma nação, o que sugere que investimentos visando sua ampliação e modernização têm efeito direto na produção de conhecimento, na transferência de novas tecnologias e na disseminação da cultura da inovação (Mazzoleni; Nelson, 2005). Ainda que esses investimentos possam ser públicos e privados, De Negri e Ribeiro (2013) lembram que os estímulos à geração de PD&I nos países, salvo exceções, são realizados pelas universidades e instituições públicas de pesquisa.

Se os investimentos de ampliação e modernização das infraestruturas de pesquisa são importantes para o desenvolvimento das nações em diferentes contextos socioeconômicos, quando se trata de países emergentes, essa relevância ganha maior destaque, visto que as inovações tecnológicas transferidas para o setor privado, oriundas das instituições de C&T, geram forte impacto no desenvolvimento econômico dessas nações (Albuquerque, 2001; Sherwood; Covin, 2008).

Nesse quesito, Mazzoleni e Nelson (2005) argumentam que as inovações tecnológicas ajudariam as nações menos desenvolvidas no processo de recuperação econômica, no qual os países mais atrasados poderiam alcançar os mais avançados, processo este chamado *catching up*. Utilizando-se deste argumento, e recorrendo ao trabalho de De Negri e Ribeiro (2013), constata-se que as universidades e as demais instituições públicas de PD&I tem um papel cada vez mais importante no processo de *catching up* dos países emergentes, como é o caso do Brasil.

Mazzoleni e Nelson (2005) salientam que o processo de *catching up* seria possível tendo em vista os ganhos de economia de escala (produtividade) e economia de escopo (diminuição dos custos a partir da produção conjunta de bens distintos) do setor produtivo, que teria acesso às novas tecnologias e processos inovativos, tornando-o mais competitivo, inclusive no mercado internacional de exportações.

Albuquerque et al. (2005) chamam atenção para o fato de que a ciência possui um grande diferencial para os países que estão buscando recuperação econômica (notadamente os países emergentes, como o Brasil). Segundo eles, a ciência gerada nas infraestruturas de pesquisa atuaria como uma espécie de instrumento de focalização e como uma antena para identificar oportunidades tecnológicas e para garantir a capacidade de absorção de novas tecnologias no país. Desta forma, a infraestrutura de pesquisa em países em desenvolvimento serviria como meio de situar o país no contexto científico e tecnológico internacional.

Mazzoleni e Nelson (2007) são enfáticos em afirmar que são as instituições públicas de ensino e pesquisa que tem desempenhado papel estratégico nas economias em desenvolvimento, ainda que instituições privadas também tenham seu valor nesses países. A tese dos autores é de que as infraestruturas públicas de pesquisa (vinculadas a universidades públicas) tem possibilitado os países em processo de *catching up* se aproximarem dos países desenvolvidos no quesito inovação e tecnologia. Segundo os autores, esse feito não seria alcançado sem o investimento adequado para o fortalecimento dessas instituições, que além de

desenvolverem a pesquisa tecnológica, formam profissionais de nível superior capazes de atuar em diferentes modelos de negócios.

Rapini (2000), em estudo sobre o papel da ciência e da tecnologia em países em processo de *catching up*, fez uma análise comparativa entre os países Coréia do Sul/Taiwan e o Brasil. Nesse trabalho, a autora constatou que na Coréia do Sul e Taiwan (países em processo de recuperação econômica) há uma forte causalidade tanto entre a produção científica (artigos científicos indexados pelo *International Scientific Indexing* – ISI) e a produção tecnológica (patentes depositadas no escritório de patentes americano *United States Patent and Trademark Office* - USPTO), quanto entre a produção tecnológica e a científica. Nesse caso, o fluxo de causalidade nesses dois países ocorre nos dois sentidos, formando uma causalidade recíproca entre as dimensões científica e tecnológica. No caso do Brasil, constata a autora, a causalidade ocorre apenas em um sentido, isto é, da produção científica para a produção tecnológica. Esse fato aponta para a ainda incipiente integração entre o setor produtivo e a infraestrutura de pesquisa no Brasil, dificultando o desenvolvimento tecnológico do país.

Há muitos outros aspectos importantes na discussão sobre infraestrutura de pesquisa, tais como:

a) o problema da concentração espacial, proposto por Mowery e Sampat (2005), em que o desenvolvimento regional fica prejudicado quando as melhores infraestruturas de pesquisa se concentram em determinadas regiões do país, como no caso do sudeste do Brasil;

b) a questão do distanciamento das ICTs, consequentemente de suas infraestruturas de pesquisa, do setor privado, o que prejudica a transferência de tecnologia para o mercado, tornando-o mais obsoleto no sentido tecnológico e menos alinhado às tendências globais (Cohen, et al., 2002);

c) o problema da vontade política em priorizar os investimentos públicos em CT&I, sobretudo aqueles voltados para fortalecimento das infraestruturas de pesquisa, por meio da qualificação profissional e aquisição de equipamentos, tendo em vista que os resultados desses investimentos são vistos mais no longo prazo, o que por vezes desestimula os gestores públicos em priorizar esse tipo de política pública (Awadelkarim, 2013);

d) A questão da escassez severa que países pobres enfrentam em reter cientistas caseiros bem treinados no exterior, uma vez que boa parte deles acabam não retornando aos seus países de origem, seja por questões de ordem salarial ou mesmo por conta do ambiente e condições técnicas de trabalho (Awadelkarim, 2013);

Nesse sentido, fica evidente a importância das infraestruturas de pesquisa das ICTs para o desenvolvimento científico e tecnológico, e para a promoção do desenvolvimento socioeconômico dos países e regiões, por meio da criação e transferência de tecnologias que resultem em inovações e geração de emprego e renda.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Em sua natureza metodológica, este trabalho enquadra-se como um estudo comparativo, com abordagem quantitativa e qualitativa (Fachin, 2001). Do ponto de vista de seus objetivos, é classificado como descritivo-comparativo, uma vez que se utiliza dos dados oriundos das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) do Brasil a fim de comparar os IFs.

Sobre o método comparativo que será utilizado no trabalho, Gil (2009) comenta que esse método tem o objetivo de ressaltar as diferenças e similaridades entre dois grupos de indivíduos, classes, fenômenos ou fatos. Segundo o autor, sua grande utilização nas ciências sociais e aceitação no meio acadêmico se deve ao fato dele possibilitar o estudo comparativo de grandes grupamentos sociais, mesmo quando esses estão separados pelo tempo e pelo espaço, motivo pelo qual os estudos comparativos, continua o autor, são eficazes para, por exemplo, analisar diferentes culturas, sistemas políticos, comportamentos de grupos sociais, dentre outros similares.

Bartlett e Vavrus (2017), ao realizarem um levantamento histórico sobre o método de estudo de caso, principalmente no contexto da literatura americana, propõe um novo enfoque ou abordagem, à qual chamaram de “estudo de caso comparado”. Apesar da pretensa invenção, trabalhar com estudos de caso de forma comparativa é defendida por outros autores, como o americano Yin (2015), por exemplo, o qual entende que essa forma de análise, na verdade, seria mais uma aplicação do método comparativo, desta vez aplicado às ciências sociais.

O método comparativo tem como objetivo estabelecer correlações entre vários grupos e/ou fenômenos sociais, por meio da comparação, com a finalidade de explicá-los segundo suas semelhanças e divergências, facilitando, por exemplo, a compreensão sobre empresas e organizações por meio da investigação empírica (Bulgacov, 1998). Schneider e Schimitt (1998) comentam que dentro das ciências sociais o método comparativo tem sido empregado nas mais diversas pesquisas, o que tem contribuído tanto para a formulação de novas teorias gerais e explicações locais, quanto para a formulação e validação de novas hipóteses acerca de fenômenos sociais já amplamente discutidos na academia.

Skocpol e Somers (1997) foram mais adiante em suas análises acerca do método comparativo, propuseram três tipos de análises comparativas. Na primeira, o foco do estudo está no exame sistemático da covariação existente entre os casos comparados no intuito de formular e controlar hipóteses. A segunda categoria objetiva analisar vários casos com a finalidade de propor um modelo concreto a partir das experiências de cada caso. Apesar dessa segunda abordagem não permitir o falseamento de uma determinada teoria, ela cumpre um papel importante de subsidiar a elaboração de novas teorias, sobretudo quando feita em estudos internacionais. O terceiro tipo de análise proposto pelos autores consiste em realizar uma espécie de contraste dos contextos de cada caso, comparando-se dois ou mais casos com o objetivo de buscar as diferenças e similitudes existentes entre eles. Essa última abordagem é a que mais se aproxima do objetivo deste trabalho.

Gil (2009) cita os trabalhos feitos pelo biólogo e psicólogo suíço Jean Piaget, o qual desenvolveu intensos trabalhos na área de desenvolvimento intelectual infantil,

como um dos grandes exemplos da utilização do método comparativo na ciência. Percebe-se, portanto, que utilizar o método comparativo para analisar as infraestruturas de pesquisa dos IFs vis-à-vis as universidades brasileiras seguem o rigor acadêmico e se mostra eficaz em termos de aplicações dos resultados.

A análise comparativa será feita utilizando-se o banco de dados primários do mapeamento inédito, e ainda único, das infraestruturas de pesquisa do Brasil, realizado pelo consórcio entre Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Instituto de Pesquisas Econômica Aplicadas (IPEA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Esse trabalho foi publicado por De Negri e Squeff et al. (2016), contendo os dados gerais, ou seja, sem a distinção entre universidades (públicas e privadas) e os IFs.

Esse mapeamento, ocorrido entre os anos de 2013 e 2014, avaliou 1760 infraestruturas de pesquisa de 130 ICTs do Brasil, em sua maioria composta por universidades (públicas e privadas). Desse total, 61 infraestruturas pertencem aos Institutos Federais (IFs) dos estados da Bahia (11), Goiás (3), Santa Catarina (32), Rio Grande do Sul (13), Espírito Santo (1) e Pernambuco (1), representando as regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, excluindo-se apenas a região Norte, cujos pesquisadores não retornaram aos questionários enviados pelos organizadores. Das 61 unidades participantes, 45 (74%) foram caracterizadas como laboratórios, sendo as demais distribuídas em plantas, usinas piloto, laboratórios de informática para uso didático e outros tipos de infraestruturas de pesquisa.

Os dados relativos ao IFs foram disponibilizados pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA), após contatos telefônicos e envio de e-mails. Para efeito de análise comparativa com as demais ICTs, os dados dos IFs serão confrontados com os do mapeamento geral publicados por De Negri e Squeff et al. (2016).

Concluindo esta seção, o presente trabalho subscreve o conceito de infraestrutura de pesquisa utilizado por De Negri e Ribeiro (2013, p.76), os quais entendem como o “conjunto de instalações físicas e condições materiais de apoio – equipamentos, recursos e serviços – utilizados pelos pesquisadores para a realização de atividades de P&D [Pesquisa e Desenvolvimento].” São exemplos de infraestruturas de pesquisa: laboratórios, plantas-piloto, biotérios, bases de dados, bibliotecas especializadas, observatórios, navios de pesquisa, reservas e estações experimentais, entre outros.

4 ANÁLISE EMPÍRICA DAS INFRAESTRUTURAS DE PESQUISA DOS IFs VIS-À-VIS ÀS ICTs BRASILEIRAS

Nesta seção serão apresentados os dados relativos à avaliação que os coordenadores dos laboratórios de pesquisa dos IFs fizeram de suas infraestruturas. Foram utilizados dados primários oriundos do mapeamento inédito realizado pelo MCTI/CNPq/IPEA, os quais foram disponibilizados via *e-mail* pela Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET-IPEA). Para efeito de análise comparativa, os dados dos IFs serão confrontados *vis-à-vis* às demais Instituições de

Ciência e Tecnologia (ICT) do país, sobretudo as universidades, dos seguimentos públicos e privados, disponíveis no estudo realizado por De Negri e Squeff (2016).

A avaliação dos recursos humanos disponíveis nos laboratórios está descrita na Tabela 1. No quesito qualificação dos pesquisadores, enquanto 40% dos coordenadores dos IFs entendem que a formação dos seus pesquisadores está adequada, nas ICTs esse número sobe para 45%, no entanto, é digno de nota que mais da metade dos coordenadores de ambas as instituições estão de certa forma descontentes com a formação de seu corpo técnico especializado. Esse sentimento é comprovado por outro dado, qual seja: mais da metade (57% e 52%) dos coordenadores dessas instituições entende que a formação dos pesquisadores está pouco adequada ou inadequada, demonstrando que o tema formação é uma prioridade a ser perseguida.

Tabela 1: Avaliação dos coordenadores em relação aos recursos humanos disponíveis na infraestrutura (em %)

Descrição	Adequado		Pouco adequado		Inadequado		Não se aplica		Total (%)	
	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs
Número de pesquisadores	20	24	46	32	31	43	3	2	100	100
Formação dos pesquisadores	40	45	40	33	17	19	3	2	100	100
Número de Profissionais de apoio técnico e administrativo	66	69	14	18	6	3	14	10	100	100
Qualificação dos profissionais de apoio técnico e administrativo	63	71	9	5	3	1	26	22	100	100

Fonte: MCTI/CNPq/IPEA; De Negri e Squeff (2016). Elaboração própria.

Legenda: IFs - Institutos Federais. ICTs - Instituições de Ciência e Tecnologia.

Se a qualificação é insuficiente, a quantidade de pesquisadores também segue a mesma tendência. Identificou-se que 77% dos coordenadores dos laboratórios dos IFs atribuem como pouco adequado ou inadequado o número de pesquisadores existentes em suas infraestruturas, número seguido de perto pelas demais ICTs do Brasil (75%). No caso dos IFs e das universidades públicas, esse problema pode estar relacionado ao fato de que não há o cargo de “pesquisador” no quadro funcional dessas instituições, sendo as atividades de pesquisa realizada pelos professores, que precisam preencher seus horários com outras atividades pertinentes à função docente, tais como: preparação e ministração de aulas, atividades de extensão e de gestão institucional.

Em relação às universidades privadas, Souza et al. (2018) comentam que a produção científica nacional está concentrada nas universidades públicas, o que pode explicar parcialmente a insatisfação quanto ao número de pesquisadores atuando nas infraestruturas de pesquisa das instituições privadas.

Quando perguntados sobre a quantidade e qualidade dos profissionais de apoio técnico e administrativo, 2 em cada 3 coordenadores (66%) dos IFs entendem como adequada a quantidade desses profissionais envolvidos nas atividades de pesquisa, percepção estendida também em relação à qualificação, uma vez que 63% dos coordenadores declararam-na adequada. Nesse mesmo quesito, as demais ICTs pesquisadas apresentaram valores similares, com 69% (quantidade) e 71% (qualidade). Percebe-se que a exigência quanto à quantidade e qualificação dos profissionais atuando nos laboratórios de pesquisa dos IFs e das ICTs é maior em relação aos pesquisadores, que em geral são docentes dessas instituições.

Aos coordenadores também foi perguntado sobre as condições gerais de seus laboratórios (tabela 2), em áreas como instalação física, equipamentos, manutenção e insumos de pesquisa. Tanto nos IFs quanto nas demais ICTs, a pior avaliação foi atribuída às instalações físicas, onde quase 2/3 dos coordenadores (62% e 65%, respectivamente) entendem como regular ou ruim.

No quesito equipamentos, quase metade dos coordenadores entendem que eles são regulares ou ruins, sendo que apenas 15% dos IFs possuem excelentes equipamentos, contra 12% das demais ICTs, segundo os coordenadores.

Na contramão das demais áreas da instalação física, as avaliações positivas ficaram por conta da manutenção das infraestruturas, uma vez que 62% dos coordenadores dos IFs e 74% das demais ICTs informaram como boa ou muito boa, e dos insumos disponíveis, em que para cada 10 coordenador dos IFs, cerca de 7 se sentem satisfeitos ou muito satisfeitos, número que chega a 84% nas demais ICTs, conforme evidenciado na Tabela 2.

Tabela 2: Avaliação das condições gerais da infraestrutura (em %)

Descrição	Muito bom		Bom		Regular		Ruim		Não se aplica		Total (%)	
	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs	IFs	ICTs
Instalações físicas	13	6	23	28	30	40	32	25	2	1	100	100
Equipamentos	15	12	34	41	38	35	9	11	4	1	100	100
Manutenção	19	23	43	51	30	21	4	3	4	2	100	100
Insumos de pesquisa	36	41	36	43	17	9	0	1	11	6	100	100

Fonte: MCTI/CNPq/IPEA; De Negri e Squeff (2016). Elaboração própria.

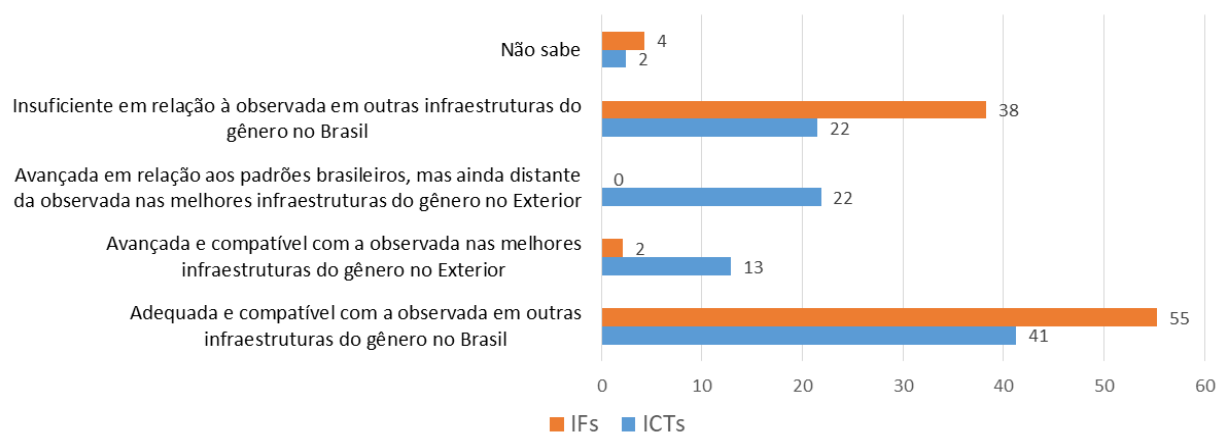
Legenda: IFs - Institutos Federais. ICTs - Instituições de Ciência e Tecnologia.

De forma geral, pode-se inferir que a insatisfação quanto às condições gerais das infraestruturas de pesquisa dos IFs e ICTs estão concentradas nas instalações físicas, geralmente porque possuem espaços insuficientes, e na qualidade dos equipamentos disponíveis nos laboratórios, possivelmente devido à obsolescência tecnológica, uma vez que a nota atribuída à manutenção foi superior a 60% em ambas as instituições.

Outro indicador importante para a contextualização dos laboratórios de pesquisa dos IFs é a capacidade técnica comparada com os padrões internacionais, que nesse caso sugere-se os melhores laboratórios que atuam na fronteira científica. Na Figura 1, pode-se ver que a diferença entre os IFs e as demais ICTs que participaram da pesquisa é bem acentuada. Apenas 2% dos coordenadores dos IFs entendem que seus laboratórios são avançados e compatíveis com as melhores infraestruturas de pesquisa do mundo, ao passo que 13% das demais ICTs colocam seus laboratórios no padrão internacional de excelência.

O entendimento majoritário (55%) é de que as infraestruturas de pesquisa dos IFs estão na média do observado no país, mas isso não representa um indicador confortável, uma vez que 38% dos coordenadores acreditam que os seus laboratórios estejam insuficientes e abaixo dos padrões brasileiros. A insatisfação dos coordenadores das demais ICTs com a capacidade técnica dos seus laboratórios é bem menor (22%).

Figura 1: Avaliação da capacidade técnica da infraestrutura (em %)



Fonte: MCTI/CNPq/IPEA; De Negri e Squeff (2016). Elaboração própria.

Legenda: IFs - Institutos Federais. ICTs - Instituições de Ciência e Tecnologia.

Em conclusão à análise dos IFs *vis-à-vis* às ICTs brasileiras, o Quadro 1 apresenta um resumo dos principais indicadores das infraestruturas de pesquisa dos IFs, mostrando em quais áreas os IFs se sobressaem (sinal para cima) ou estão aquém do observado nas demais ICTs do Brasil que participaram da pesquisa (sinal para baixo).

Quadro 1: Resumo dos indicadores das infraestruturas de pesquisa dos IFs vis-à-vis às ICTs do Brasil

Área de avaliação	Indicador	Situação dos IFs em relação às ICTs do Brasil
Avaliação dos coordenadores em relação aos recursos humanos disponíveis na infraestrutura	Número de pesquisadores considerado adequado	↓
	Formação dos pesquisadores considerada adequada	↓
	Número de Profissionais de apoio técnico e administrativo considerado adequado	↓
	Qualificação dos profissionais de apoio técnico e administrativo considerada adequada	↓
Avaliação das condições gerais da infraestrutura	Instalações físicas consideradas muito boas	↑
	Equipamentos considerados muito bons	↑
	Manutenção considerada muito boa	↓
	Insumos de pesquisa considerados muito bons	↓
Avaliação da capacidade técnica da infraestrutura	Avançada em relação aos padrões brasileiros, mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior	↓
	Avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior	↓
	Adequada e compatível com a observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil	↑

Fonte: MCTI/CNPq/IPEA; De Negri e Squeff (2016). Elaboração própria.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A história dos IFs passou por uma profunda transformação no início do século XXI, quando os antigos CEFETs e as Escolas Agrotécnicas tornaram-se Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia. Essa mudança trouxe alterações importantes no perfil institucional e no protagonismo que cada unidade (campus) deveria exercer em suas localidades. Aos IFs caberia o papel, por força de lei, de realizar pesquisa aplicada, promover o empreendedorismo em seus diversos aspectos e a inovação, com vistas ao desenvolvimento científico, tecnológico, social e econômico de cidades e regiões.

Segundo Moraes e Kipnis (2017), o modelo de pesquisa universitária, baseado na formação de grupos de pesquisa que se articulam em torno dos

programas de pós-graduação, tem se mostrado impróprio à Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (Rede Federal), da qual os IFs fazem parte. Desta forma, este trabalho julga importante que os IFs conheçam as similaridades e discrepâncias entre as suas infraestruturas com as demais ICTs do Brasil no intuito de que os IFs construam sua própria identidade de PD&I a partir de sua história e do aprendizado com outras instituições similares.

O trabalho mostrou, considerando a percepção dos funcionários das instituições analisadas, que as infraestruturas de pesquisa dos IFs, comparativamente às demais ICTs do Brasil, ainda precisam melhorar em diversas áreas, com destaque para o número e qualificação dos pesquisadores, manutenção dos equipamentos e na quantidade e qualidade dos insumos de pesquisa, ainda que mudanças recentes tenham sido implementadas visando a modernização dessas instituições. Tudo isso impacta na capacidade técnica dos laboratórios, que, na opinião dos coordenadores, foi considerada inferior em relação aos padrões internacionais ou mesmo nacionais.

Os dados mostrados não revelam uma grande discrepância entre as infraestruturas de pesquisa dos IFs com as demais ICTs do Brasil, pois, como bem observou Rapini (2007), as universidades brasileiras também carregam problemas estruturais em seus laboratórios de pesquisa. Em ambos os casos, faltam equipamentos, insumos de pesquisa, pessoal qualificado, dentre outros fatores estratégicos para tornar as infraestruturas de pesquisa mais modernas e competitivas para produzir CT&I na fronteira do conhecimento mundial.

Compreende-se que os investimentos em ampliação e modernização dos laboratórios de pesquisa dos IFs precisam continuar de maneira ascendente, tendo em vista a própria dinâmica do conhecimento, a crescente competitividade das economias globais e a velocidade com que as inovações se tornam parte do cotidiano das pessoas.

Ao trabalhar com o ensino verticalizado, os IFs tornam-se essenciais na promoção da ciência e da cultura inovadora no Brasil entre os adolescente e jovens, sobretudo aqueles oriundos de escolas públicas, que convivem de forma constante com uma economia do conhecimento, marcada pela indústria 4.0, globalização e capital intelectual.

Tomando como base os pressupostos da Teoria das Representações Sociais de Moscovici (2007), soma-se a esse desavio, a questão da historicidade em que os estudantes estão inseridos, fato que precisa ser considerado em todas as políticas educacionais de fortalecimento dos IFs, no sentido de que os alunos, como sujeito e sociedade, precisam ser compreendidos dentro de uma perspectiva de representação coletiva, associados a diferentes contextos culturais, econômicos e políticos, o que torna essas políticas ainda mais relevantes e desafiadoras.

Conclui-se este trabalho recorrendo ao entendimento de Schwab (2016), o qual diz que a educação no contexto da quarta revolução industrial trouxe novos desafios para alunos, professores e suas infraestruturas acadêmicas e de pesquisa. Conhecimentos sobre automação, internet das coisas, inteligência artificial, análise de dados, dentre outros, são cada vez mais importantes para esse novo e futuro profissional, dentro de um contexto educacional colaborativo e dinâmico, onde teoria e prática são elementos indissociáveis. Essas possibilidades apontam que as infraestruturas de pesquisa precisam estar no centro das políticas de incentivo à CT&I,

uma vez que é no laboratório, através do uso dos equipamentos e com os recursos humanos e financeiros envolvidos, que ocorre tanto a pesquisa quanto a inovação.

Portanto, o presente trabalho buscou mostrar não apenas as similaridades e diferenças entre as infraestruturas dos IFs vis-à-vis as demais ICTs do Brasil, mas também destacar a importância dessas infraestruturas para gestores públicos e privados, professores, alunos e sociedade na construção de uma cultura educacional focada na geração de conhecimento, tecnologia e inovação, com vista ao desenvolvimento socioeconômico de cidades e regiões.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, E. M. Scientific infrastructure and catching-up process: notes about a relationship illustrated by science and technology statistics. **Revista Brasileira de Economia**, v. 55, n. 4, p. 545-566, 2001.

ALBUQUERQUE, E. M.; BAESSA, A. R.; KIRDEIKAS, J. C. V.; SILVA, L. A.; RUIZ, R. M. Produção científica e tecnológica das regiões metropolitanas Brasileiras. **Revista de Economia contemporânea**, v.9 n.3. Rio de Janeiro: set./dez. 2005.

ALMEIDA, L. M. de; DINIZ, M. J. T.; BASTOS, A. P.; DINIZ, M. B.; CAVALCANTE, L. M. de A. A importância das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação da Região Norte. **Revista de Economia (UFPR)**, v. 37, n. especial, p. 143-170, 2011.

AWADELKARIM, K. Research infrastructure: use foreign aid to help African science. **Nature**, v. 495, n. 174, 2013.

BARTLETT, Lesley; VAVRUS, Frances. Estudos de Caso Comparado. **Educação & Realidade**, v. 42, n. 3, p. 899-920, jul./set. 2017.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências.

BULGACOV, Sérgio. Estudos comparativo e de caso de organizações de estratégias. **Organizações & Sociedade (O&S)**, v. 5, n. 11, jan/abr, 1998.

COHEN, W; NELSON, R. e WALSH, J. Links and Impacts: The influence of public research on industrial R&D. **Management Science**, v. 48, nº 1, p. 1-23, 2002.

DE NEGRI, F.; RIBEIRO, P. V. V. Infraestrutura de pesquisa no Brasil: resultados do levantamento realizado junto às instituições vinculadas ao MCTI. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 24, p. 75-87. Brasília: IPEA, 2013.

DE NEGRI, F., SQUEFF, F. de H. S. (Orgs.) **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

DE NEGRI, F., SQUEFF, F. de H. S. O mapeamento da infraestrutura científica e tecnológica no Brasil. In: DE NEGRI, F., SQUEFF, F. de H. S. (Orgs.) **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: IPEA, FINEP, CNPq, 2016.

FACHIN, O. **Fundamentos de metodologia**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

FÁVERO, Maria de Lourdes de Albuquerque. **A Universidade no Brasil**: das origens à Reforma Universitária de 1968. Educar, Curitiba, n. 28, p. 17-36, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MORAIS, J. M. Uma avaliação dos programas de apoio financeiro à inovação tecnológica com base nos fundos setoriais e na lei de inovação. In: DE NEGRI, J. A. e KUBOTA, L. C. (Orgs.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. **The roles of research at universities and public labs in economic catch-up**. Working Paper Series. Italy: Laboratory of Economics and Management Sant'Anna School of Advanced Studies, 2005.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**, v. 36, n. 10, p. 1512-1528, 2007.

MENDONÇA, M. A. de; LIMA, D. G.; SOUZA, J. M. de. Cooperação entre ministério da defesa e COPPE/UFRJ: uma abordagem baseada no modelo triple helix III. In: DE NEGRI, J. A. e KUBOTA, L. C. (Eds.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

MOSCOVICI, S. **Representações Sociais**: Investigações em Psicologia Social. 6ª ed. Petrópolis: Vozes, 2011.

MOWERY, D. e SAMPAT, B. Universities in National Innovation Systems. In: FARGERBERG, J.; MOWERY, R. e NELSON, R. (Ed.). **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford University Press, 2005, p. 209-239.

MORAES, G. H.; KIPNIS, B. Identidade de Escola Técnica vs Vontade de Universidade nos Institutos Federais: uma abordagem histórica. **Linhas Críticas**, Brasília, DF, v. 23, n. 52, p. 693-716, 2017.

RAPINI, M. S. **Uma investigação sobre a relação de Granger-causalidade entre ciência e tecnologia para países em *catching up* e para o Brasil**. Monografia (Graduação em Ciências Econômicas), Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.

RAPINI, M. S. Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Estudos Econômicos**, v.37, n.1, São Paulo, jan./mar. 2007.

RAPINI, M. S.; SUZIGAN, Wilson; FERNANDES, A. C. de A.; DOMINGUES, E.; CARVALHO, S. S. M.; CHAVES, C. V. **A contribuição das universidades e institutos de pesquisa para o sistema de inovação brasileiro**. In: Encontro Nacional de Economia, 37, 2009, Foz do Iguaçu (PR). Anais do 37º Encontro Nacional de Economia. Foz do Iguaçu: ANPEC, 2009, p.1-19.

RODRIGUES, F. C. R.; GAVA, R. Capacidade de apoio à inovação dos institutos federais e das universidades federais no estado de minas gerais: um estudo comparativo. **Revista Eletrônica de Administração (REAd)**, Porto Alegre, v.83, n.1, Jan/Abr, p. 26-51, 2016.

SCHNEIDER, Sergio; SCHIMITT, Cláudia J. O uso do método comparativo nas Ciências Sociais. **Cadernos de Sociologia**, Porto Alegre, v. 9, p. 49-87, 1998.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SHERWOOD, A. e COVIN, J. Knowledge acquisition in university-industry alliances: an empirical investigation from a learning theory perspective. **The Journal of Product Innovation Management**, nº 25, 2008.

SKOCPOL, Theda; SOMERS, Margaret. "The uses of comparative history in macrosocial inquiry", in SKOCPOL, Theda (ed.), **Social revolutions in the modern world**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.

SOUZA, A. L. F. **Institutos Federais e Community Colleges americanos: o fomento à pesquisa científica como caminho para o sucesso.** In: XIV Colóquio Internacional de Gestão Universitária - CIGU, 2014, Florianópolis. Anais do XIV Colóquio Internacional de Gestão Universitária - CIGU, 2014.

SOUZA, C. D. de; FILIPPO, D. de; CASADO, E. S. Crescimento da atividade científica nas universidades federais brasileiras: análise por áreas temáticas. **Avaliação**, Campinas; Sorocaba, SP, v. 23, n. 1, p. 126-156, mar. 2018.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.