

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS  
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGIA

SISTEMA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO;  
INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: ESTUDO SOBRE AS  
INSTITUIÇÕES DE PESQUISA DO MCTI

Autor: Públio Vieira Valadares Ribeiro

Brasília, 2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS  
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGIA

SISTEMA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO;  
INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: ESTUDO SOBRE AS  
INSTITUIÇÕES DE PESQUISA DO MCTI

Autor: Públio Vieira Valadares Ribeiro

Tese apresentada ao Departamento de  
Sociologia da Universidade de Brasília/UnB  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Doutor.

Brasília, agosto de 2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

VP976s Vieira Valadares Ribeiro, Públio  
Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e  
Inovação; infraestrutura científica e tecnológica:  
estudo sobre as instituições de pesquisa do MCTI /  
Públio Vieira Valadares Ribeiro; orientador  
Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro. -- Brasília,  
2016.  
255 p.

Tese (Doutorado - Doutorado em Sociologia) --  
Universidade de Brasília, 2016.

1. desenvolvimento. 2. infraestrutura científica e  
tecnológica. 3. instituições de pesquisa. 4. sistema  
nacional de ciência, tecnologia e inovação. 5.  
sistemas de inovação. I. Giotto Santoro Trigueiro,  
Michelangelo, orient. II. Título.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS  
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIOLOGIA

**TESE DE DOUTORADO**

SISTEMA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO;  
INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA: ESTUDO SOBRE AS  
INSTITUIÇÕES DE PESQUISA DO MCTI

Autor: Públio Vieira Valadares Ribeiro

Orientador: Prof. Doutor Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro (UnB)

Banca: Prof. Doutor Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro (UnB)  
Prof.<sup>a</sup> Doutora Fernanda Antônia da Fonseca Sobral . (UnB)  
Doutora Fernanda De Negri ..... (Ipea)  
Doutor Roberto Muniz Barretto de Carvalho ..... (CNPq)  
Prof. Doutor Sergio Luiz Monteiro Salles Filho ... (Unicamp)  
Prof. Doutor Fabrício Monteiro Neves ..... (Suplente/UnB)

Dedico este trabalho ao meu pai, Ronaldo Paixão Ribeiro (*in memoriam*), exemplo de vida e de integridade intelectual, e à Flora, minha querida filha, fonte inesgotável de inspiração, amor e felicidade.

## AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não seria possível sem a dádiva, o apoio, o trabalho e a dedicação de muitas pessoas e instituições que contribuíram para minha formação intelectual, científica e profissional, bem como para a pesquisa que fundamentou a tese.

Gostaria de agradecer especialmente às seguintes pessoas e instituições:

- i. Ao CNPq e ao MCTI, pelo apoio concedido no período em que estive afastado de minhas atividades profissionais para me dedicar à pesquisa;
- ii. Ao professor Michelangelo Giotto Santoro Trigueiro, que soube orientar sabiamente a realização da pesquisa e a elaboração da tese com atenção, discernimento e disponibilidade. Seu entusiasmo pelo conhecimento científico e tecnológico e sua dedicação à vida acadêmica serviram de exemplo e de estímulo para o meu trabalho;
- iii. Aos professores e servidores do Departamento de Sociologia da UnB, que sempre se dedicaram com afinco para manter o padrão de excelência que caracteriza o ensino e a pesquisa de nosso departamento. Deixo aqui uma saudação especial aos professores que exerceram grande influência em minha formação científica, nesses mais de vinte anos desde que ingressei no curso de bacharelado em sociologia, incluindo Brasilmar Ferreira Nunes (*in memoriam*), Caetano Araújo, Christiane Girard, Deis Siqueira, Eurico Cursino dos Santos, Fernanda Sobral, Lourdes Bandeira, Maria Stela Grossi Porto, Mariza Peirano, Mariza Veloso, Michelangelo Trigueiro, Pedro Demo, Roque Laraia, Sadi Dal Rosso, entre outros;
- iv. Aos colegas do MCTI, do CNPq e do MEC que, por meio de muito trabalho, estudos e discussões, me ajudaram a compreender um pouco mais o complexo universo da educação, ciência e tecnologia no Brasil, principalmente aos amigos João Bosco Freitas, Reinaldo Danna (*in memoriam*), José Henrique Barreiro, Francisco Danna, Elianne Prescott, Fábio Barreto, Alisson Araújo, Márcio Bezerra, Roberto de Pinho, Fernando Varejão, Carlos Roberto Colares, Charles Queiros e Regina Gusmão. Registro um agradecimento particular aos servidores do MCTI, do CNPq e do Ipea que participaram diretamente do projeto de mapeamento da infraestrutura de pesquisa do Brasil, que serviu de base para este trabalho, especialmente Fernanda De Negri, Márcio Bezerra, Flávio Bittencourt, Sérgio Brito de Carvalho, Geraldo Sorte, Anna Karina de Andrade e Flávia Squeff. Saudando os professores Arquimedes

Diógenes Ciloni e Carlos Oiti Berbert, estendo meus agradecimentos aos membros da equipe da Scup/MCTI e aos diretores, coordenadores e pesquisadores das instituições de pesquisa do Ministério, que participaram das duas etapas do mapeamento sobre a infraestrutura laboratorial dessas instituições;

- v. Aos professores e pesquisadores Fernanda da Fonseca Sobral, Fernanda De Negri, Roberto Muniz Barretto de Carvalho e Sergio Luiz Monteiro Salles Filho, que gentilmente aceitaram participar das bancas de qualificação e de defesa da tese. Suas críticas, apontamentos e sugestões foram fundamentais para a melhoria deste trabalho. Isso não redime, no entanto, eventuais erros e omissões presentes na tese, que são de inteira responsabilidade do autor;
- vi. À minha companheira, Letícia Bartholo. Seu carinho, amor e dedicação, me ajudando a enfrentar e superar os momentos difíceis e compartilhando comigo os desafios e as alegrias do trabalho e da vida, foram essenciais para o término desta empreitada.

Finalmente, não poderia deixar de agradecer à minha mãe, Moema Vieira, aos meus queridos irmãos, Ana Luiza, Pablo, Pedro, Natasha e Caetano, e à amiga Ana Cristina Campos, companheira de meu falecido pai. Sem o seu apoio, compreensão e afeto, nada disso seria possível.

## RESUMO

A discussão sobre a importância das atividades de ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento econômico e social tem dominado o debate intelectual e político contemporâneo dos mais diversos países. Trata-se do fortalecimento dos meios disponíveis para incentivar os processos de produção do conhecimento e de inovação como estratégia para promover o desenvolvimento sustentável de localidades, regiões e nações em um capitalismo cada vez mais competitivo e globalizado. O objetivo geral desta tese é, a partir de uma análise aprofundada do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI), investigar o papel das instituições públicas de pesquisa na consolidação desse sistema. A pesquisa fundamentou-se na abordagem teórica multidisciplinar sobre sistemas de inovação e desenvolvimento, a partir da qual foram estabelecidas três hipóteses centrais: i) o desenvolvimento das nações encontra-se atualmente fortemente correlacionado ao grau de amadurecimento de seus sistemas de inovação; ii) o Brasil é um país de industrialização tardia que ainda não possui um sistema nacional de inovação totalmente consolidado; iii) as instituições públicas de pesquisa tendem a desempenhar um papel cada vez mais relevante na estrutura institucional de suporte ao aprendizado científico e tecnológico dos países em desenvolvimento. O diagnóstico sobre o SNCTI, elaborado na segunda parte da tese, revela a existência de sérios gargalos que inibem o seu desenvolvimento, especialmente: baixo nível educacional da população; grandes desigualdades regionais; pouco investimento privado em P&D, pequeno número de pesquisadores nas empresas e níveis reduzidos de inovação tecnológica. Apesar dessas limitações, nas últimas décadas ocorreram importantes avanços, destacando-se a consolidação de um sistema robusto de pesquisa e pós-graduação, o crescimento da produção científica nacional e a formação de um núcleo de empresas inovadoras no setor industrial. A terceira parte, referente ao papel das instituições públicas de pesquisa nesse contexto, teve origem em um projeto do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), voltado para o mapeamento da infraestrutura de pesquisa das instituições científicas e tecnológicas brasileiras. A metodologia empregada envolveu a elaboração de um questionário específico, enviado aos coordenadores de laboratórios e de outras infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI. A análise dos resultados foi realizada, principalmente, com base nas informações de 248 laboratórios/infraestruturas de 21 instituições que participaram do levantamento. A pesquisa contribui para ampliar o conhecimento disponível sobre essas instituições e revela que, dependendo suas respectivas missões, características, gargalos e potencialidades, tais instituições podem desempenhar diferentes papéis no desenvolvimento sustentável do País.

**Palavras-Chave:** desenvolvimento; infraestrutura científica e tecnológica; instituições de pesquisa; sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação; sistemas de inovação.

## ABSTRACT

The importance of science, technology and innovation activities for economic and social development has dominated the intellectual and political contemporary debate in most countries. It is the strengthening of the resources available to encourage the processes of knowledge production and innovation as a strategy to promote sustainable development of cities, regions and nations in an increasingly competitive and globalized capitalism. From an in-depth analysis of the current situation of the National System of Science, Technology and Innovation (SNCTI), in Brazil, the overall objective of this thesis is to investigate the role of public research institutions in the consolidation of the system. To this end, the research was based upon a multidisciplinary theoretical approach over innovation and development systems, from which three central assumptions were established: i) currently, the development of the nations is strongly correlated to the degree of maturity of their innovation systems; ii) Brazil is a country of late industrialization that has not yet a fully consolidated national innovation system; iii) public research institutions are prone to play an increasingly important role in the institutional structure of support to scientific and technological learning in developing countries. The diagnosis of the SNCTI delineated and analyzed in the second part of the thesis reveals the existence of serious obstacles that inhibit its development, especially: low educational level of the population; large regional inequalities; little private investment in R & D, reduced number of researchers in companies and very low levels of technological innovation in firms. Despite these limitations, in recent decades, there have been major advances, especially the consolidation of a robust system of research and higher education programmes, the growth of the national scientific production and the formation of a core innovative companies in the industrial sector. The third part of the thesis, on the role of public research institutions in this context, originated from a project conducted by the Ministry of Science Technology and Innovation (MCTI), aimed to map the research infrastructure of the Brazilian scientific and technological institutions. The adopted methodology involved the design of a specific questionnaire, which was sent to the coordinators of all laboratories and research infrastructure attached to MCTI. The analysis of the results was conducted on information from 248 laboratories / infrastructure of 21 institutions that participated in the survey. The research contributes to enlarge the available knowledge about these institutions and reveals that, depending on their respective missions, features and potential drawbacks, such institutions can play different roles in the sustainable development of the country.

**Keywords:** development; scientific and technological infrastructure; research institutions; national science system, technology and innovation; innovation systems.

## RESUMÉ

L'importance de la science, la technologie et l'innovation pour le développement social et économique a dominé le débat intellectuel et politique contemporain dans la plupart des pays. Il s'agit du renforcement des moyens disponibles pour encourager les processus de production de la connaissance et de l'innovation comme une stratégie visant à promouvoir le développement durable des villes, des régions et des Nations dans un capitalisme de plus en plus concurrentiel et globalisé. L'objectif central de cette thèse, en partant d'une analyse plus approfondie de l'état actuel du Système National de la Science, la Technologie et l'Innovation, au Brésil (SNCTI), est d'étudier le rôle des institutions publiques de recherche dans la consolidation de ce système. La recherche s'est fondée sur une approche théorique multidisciplinaire sur les systèmes d'innovation et de développement, à partir de laquelle trois hypothèses centrales ont été établies : i) le développement des Nations est actuellement fortement corrélé au degré de maturation de leurs systèmes nationaux d'innovation ; ii) le Brésil est un pays "d'industrialisation tardive" qui n'a pas encore un système national d'innovation vraiment consolidé ; iii) les institutions et centres publics de recherche jouent un rôle de plus en plus important dans la structure d'appui à l'apprentissage scientifique et technologique dans les pays en développement. Le diagnostic sur la situation actuelle du SNCTI, qui fait l'objet de la deuxième partie de la thèse, révèle l'existence de sérieux goulets d'étranglement qui entravent son développement, en particulier: le faible niveau d'instruction de la population ; les grandes inégalités régionales ; le très faible niveau d'investissement privé dans les efforts nationaux de recherche et développement (R&D) ; le petit nombre de chercheurs dans les entreprises ; et les faibles niveaux d'innovation technologique. Malgré ces limites, dans les dernières décennies, des progrès importants ont été observés, notamment la consolidation d'un système d'enseignement supérieur et de recherche robuste, la croissance de la production scientifique nationale et la formation d'un noyau d'entreprises très innovantes dans le secteur industriel. La troisième partie de la thèse, sur le rôle des institutions de recherche publique dans ce contexte, s'appuie sur les résultats d'un projet mené par le Ministère Brésilien de la Science, la Technologie et l'Innovation (MCTI) consacré à l'élaboration d'une cartographie des infrastructures de recherche disponibles dans les institutions scientifiques et technologiques du pays. La méthodologie adoptée dans ce travail a entraîné la préparation d'un questionnaire spécifique qui a été envoyé aux coordonnateurs des laboratoires et des autres infrastructures de recherche des instituts appartenant au MCTI. L'analyse des résultats a considéré l'information de 248 laboratoires/infrastructures de 21 institutions ayant participé à l'enquête. Cette recherche a contribué à l'expansion des connaissances disponibles sur ces institutions et montre que, selon leurs missions respectives, leurs fonctionnalités et leurs goulets d'étranglement potentiels, elles peuvent jouer différents rôles dans le développement durable du pays.

**Mots-clés:** développement ; Infrastructure scientifique et technologique ; instituts de recherche ; système national de science, technologie et innovation ; systèmes d'innovation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### Figuras

Figura 1 - Investimento global em P&D em termos absolutos e relativos, em países e regiões selecionadas (2007) .....	54
Figura 2 - Distribuição das instituições de pesquisa do MCTI pelo território nacional (2012).....	186
Figura 3 - Fotografia do LCLS mostrando o acelerador principal e as linhas de luz.....	197

### Gráficos

Gráfico 1 - Dispendios nacionais em P&D de países selecionados em valores absolutos e em relação ao PIB (2002 e 2012) .....	56
Gráfico 2 - Distribuição dos dispendios nacionais em P&D de países selecionados financiados por governo e empresas e percentual dos dispendios em relação ao PIB (em anos mais recentes disponíveis) .....	58
Gráfico 3 - Percentual da dotação orçamentária governamental em P&D de países selecionados por objetivo socioeconômico (2011 ou ano mais recente disponível) .....	62
Gráfico 4 - Execução orçamentária do FNDCT (1999-2015) .....	66
Gráfico 5 - Dispendio nacional em P&D, em valores atualizados, por setores e em relação ao PIB, Brasil (2000-2012).....	72
Gráfico 6 - Distribuição dos dispendios públicos em P&D por objetivos socioeconômicos, Brasil (2002, 2012) .....	73
Gráfico 7 - Distribuição dos dispendios do governo federal em P&D por órgão, Brasil (2002 e 2012).....	75
Gráfico 8 - Distribuição dos dispendios em P&D do MCTI por unidade orçamentária (2002-2012).....	76
Gráfico 9 - Distribuição dos dispendios dos governos estaduais em P&D por grande região e estados com maiores dispendios, Brasil (2002, 2012).....	78
Gráfico 10 - Distribuição percentual da população de 10 ou mais anos de idade por nível mais alto de instrução, Brasil (2010) .....	82
Gráfico 11 - Diferença da participação percentual das mulheres na população por cada nível mais alto de instrução em relação à média de sua participação na população, Brasil (2010) .....	83
Gráfico 12 - Adicional de remuneração das pessoas ocupadas, com dez ou mais anos de idade, com determinado nível de instrução em relação ao nível imediatamente inferior, Brasil (2010) (%).....	85
Gráfico 13 - Participação de indivíduos que declararam pertencer a cada cor ou raça na população estratificada por nível mais alto de instrução, Brasil (2010) .....	86
Gráfico 14 - Distribuição da população ocupada por posições na ocupação ou situações do emprego no trabalho principal, por nível mais alto de instrução, Brasil (2010) .....	87
Gráfico 15 - Taxa líquida de matrícula no Ensino Fundamental, Brasil (1995-2012) .....	91
Gráfico 16 - Taxa líquida de matrícula no Ensino Médio, Brasil (1995-2012).....	92
Gráfico 17 - Taxa líquida de matrícula no Ensino Médio, por cor/raça e por renda, Brasil (2001 e 2012) .....	93
Gráfico 18 - Indicadores selecionados da Educação Superior, Brasil (2000-2012) .....	104
Gráfico 19 - Evolução das matrículas na Educação Superior por dependência administrativa, em números absolutos e em percentual, Brasil (2000-2012).....	105
Gráfico 20 - Evolução das matrículas e concluintes na Educação Superior por grande região, em números absolutos e em percentual, Brasil (2000-2012).....	108
Gráfico 21 - Distribuição de matrículas e concluintes da Educação Superior por áreas gerais, Brasil (2000 e 2012) .....	110
Gráfico 22 - Distribuição dos programas de pós-graduação <i>stricto sensu</i> por grande área do conhecimento, Brasil (1998 e 2013).....	117
Gráfico 23 - Estimativa dos dispendios das instituições com cursos de pós-graduação <i>stricto sensu</i> reconhecidos pela Capes/MEC como aproximação dos dispendios em P&D das instituições federais de ensino superior, Brasil (2000-2012) .....	122
Gráfico 24 - Total de bolsas concedidas no Brasil e no exterior, em número de pessoas, por agências federais e fundações estaduais de amparo à pesquisas (2000-2012) .....	123

Gráfico 25 - Pesquisadores, em número de pessoas, por nível de escolaridade, Brasil (2000-2010).....	126
Gráfico 26 - Distribuição percentual dos pesquisadores doutores cadastrados no DGP/CNPq por unidades selecionadas da federação, Brasil (2000-2010).....	129
Gráfico 27 - Pesquisadores de países selecionados, em equivalência de tempo integral, em número de pessoas e em relação a mil pessoas ocupadas (2000 e 2010).....	131
Gráfico 28 - Distribuição dos pesquisadores por setores institucionais <sup>1</sup> , em equivalência de tempo integral, Brasil (2000-2010).....	133
Gráfico 29 - Distribuição dos pesquisadores países selecionados, em equivalência de tempo integral, por setores institucionais <sup>1</sup> (2010).....	134
Gráfico 30 - Número de artigos brasileiros publicados em periódicos científicos indexados pela Thomson/ISI e Scopus e percentual do Brasil em relação ao total mundial de artigos (1996-2012).....	137
Gráfico 31 - Percentual de artigos brasileiros em relação ao total mundial de artigos publicados em periódicos indexados pela Scopus <sup>1</sup> , por áreas selecionadas do conhecimento (1996 e 2012).....	138
Gráfico 32 - Número de artigos de países selecionados publicados em periódicos científicos indexados pela Scopus (2002 e 2012) ...	141
Gráfico 33 - Concessões de patentes de invenção de países selecionados junto ao USPTO (2000 e 2010).....	143
Gráfico 34 - Concessões de patentes de invenção de países selecionados junto ao USPTO (2000 e 2010).....	144
Gráfico 35 - Total de famílias de patentes triádicas de países selecionados por data de prioridade (1999-2012).....	145
Gráfico 36 - Total de famílias de patentes triádicas de países selecionados por data de prioridade (1999-2012).....	146
Gráfico 37 - Total de famílias de patentes triádicas de países selecionados por data de prioridade (1999-2012).....	147
Gráfico 38 - Pedidos de patentes de invenção depositados no INPI, segundo origem do depositante, Brasil (2000-2012).....	148
Gráfico 39 - Taxa de inovação de produto e processo por setores de atividades, segundo referencial da inovação, Brasil (2009-2011).....	154
Gráfico 40 - Dispendícios em atividades inovativas das empresas que implementaram inovações por atividades selecionadas da indústria, dos serviços e do setor de eletricidade e gás, Brasil (2000-2011).....	156
Gráfico 41 - Número e percentual de empresas industriais que fazem P&D contínuo, Brasil (2000-2011).....	157
Gráfico 42 - Evolução orçamentaria do CT-Infra (2000-2015).....	174
Gráfico 43 - Distribuição das infraestruturas pesquisadas, segundo período de início de operação.....	188
Gráfico 44 - Distribuição dos pesquisadores das infraestruturas pesquisadas por faixa etária, titulação máxima, tipo de vínculo e tempo de dedicação (2013).....	192
Gráfico 45 - Avaliação dos coordenadores sobre os recursos humanos disponíveis para a operação das infraestruturas pesquisadas (2012).....	194
Gráfico 46 - Distribuição dos equipamentos de pesquisa com custo de aquisição igual ou superior a R\$ 100 mil, segundo situação de operação e estado atual dos equipamentos (2012).....	201
Gráfico 47 - Período de tempo em que ocorreu a última recuperação ou modernização das infraestruturas de pesquisa por grupo de instituições (2012).....	202
Gráfico 48 - Avaliação dos coordenadores sobre as condições atuais de operação das infraestruturas pesquisadas (2012).....	203
Gráfico 49 - Avaliação dos coordenadores sobre a capacidade técnica das infraestruturas em relação a outras infraestruturas do gênero no Brasil e no Exterior, por grupo de instituições (2012).....	206
Gráfico 50 - Número e percentual de infraestruturas que prestaram serviços técnico-científicos e de infraestruturas que atenderam empresas com esses serviços (2012).....	209
Gráfico 51 - Número de infraestruturas abertas à utilização por usuários externos (2012).....	212

## Mapas

Mapa 1 - Taxa de analfabetismo por município, Brasil (2010).....	89
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dispêndios nacionais em P&D de países selecionados (2002 e 2012) .....	55
Tabela 2 - Dotação orçamentária governamental em P&D de países selecionados (2002 e 2012).....	60
Tabela 3 - Remuneração média mensal, remuneração por hora trabalhada e taxa de desemprego por sexo, segundo nível mais alto de instrução, Brasil (2010) .....	84
Tabela 4 - Evolução de indicadores selecionados dos programas de pós-graduação <i>stricto sensu</i> no Brasil (1998-2013).....	114
Tabela 5 - Número de instituições, grupos, pesquisadores e pesquisadores doutores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, Brasil (2000-2010) .....	127
Tabela 6 - Pesquisadores de países selecionados, em equivalência de tempo integral, em número de pessoas e por mil pessoas ocupadas (2000 e 2010).....	130
Tabela 7 - Número de artigos publicados e número de citações de países selecionados em periódicos científicos indexados pela Scopus (2002, 2012).....	140
Tabela 8 - Pedidos e concessões de patentes de invenção de países selecionados junto ao Escritório Americano de Marcas e Patentes (2000 e 2010).....	142
Tabela 9 - Quantidade e percentual de empresas, de empresas inovadoras, de empresas que inovaram em produto e de empresas que inovaram em processo, segundo atividades selecionadas da indústria, do setor de serviços e do setor de eletricidade e gás, Brasil (2000-2011).....	152
Tabela 10 - Valor da renúncia fiscal do governo federal pelas leis de incentivo à pesquisa, desenvolvimento e capacitação tecnológica, Brasil (2000-2012).....	168
Tabela 11 - Número de laboratórios e infraestruturas identificados, participantes do levantamento e amostra selecionada na pesquisa, segundo grupo de instituições e instituição (2013) .....	184
Tabela 12 - Número de infraestruturas pesquisadas por tipo de infraestrutura, segundo grupo de instituições .....	187
Tabela 13 - Número de infraestruturas pesquisadas, área física e área média de P&D, segundo tipo de infraestrutura .....	188
Tabela 14 - Distribuição das infraestruturas pesquisadas por grupo de instituições, segundo grande área do conhecimento .....	189
Tabela 15 - Número de infraestruturas, pesquisadores, técnicos, estudantes, membros da equipe técnico-científica e relações, segundo grupo de instituições e instituição (2013) .....	191
Tabela 16 - Número de infraestruturas pesquisadas por grupo de instituições, segundo faixa de valor global da infraestrutura (2012) .....	196
Tabela 17 - Número de infraestruturas pesquisadas por grupo de instituições, segundo faixa de valor global dos equipamentos de pesquisa (2012).....	199
Tabela 18 - Número de equipamentos de pesquisa com custo de aquisição igual ou superior a R\$ 100 mil por tipo de equipamento, segundo grupo de instituições e instituição (2013) .....	200
Tabela 19 - Número de infraestruturas pesquisadas por grupo de instituições, segundo faixa de valor do custo operacional global estimado da infraestrutura (2012).....	204
Tabela 20 - Recursos recebidos pelas infraestruturas pesquisadas para projetos e investimento por grupo de instituições, segundo fonte de receita (2012).....	205
Tabela 21 - Principais atividades desenvolvidas pelas infraestruturas pesquisadas (2012) .....	207
Tabela 22 - Serviços técnico-científicos prestados pelas infraestruturas pesquisadas por grupo de clientes, segundo tipo de serviço (2012) .....	211
Tabela 23 - Número de usuários externos das infraestruturas pesquisadas por grupo de instituições, segundo tipo de usuário (2012).....	213
Tabela 24 - Número de infraestruturas que realizavam atividades de cooperação, segundo tipo e localização das instituições parceiras (2012) .....	214

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABC	Academia Brasileira de Ciências
AEB	Agência Espacial Brasileira
Ascav/MCTI	Assessoria de Acompanhamento e Avaliação da Secretaria Executiva do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
C&T	Ciência e Tecnologia
Capes	Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBERS	<i>China-Brazil Earth Resources Satellite</i>
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CDTN	Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
Cefet	Centro Federal de Educação Tecnológica
Ceitec	Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada
Cepal	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
Cetem	Centro de Tecnologia Mineral
Cetene	Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste
CG	Contrato de Gestão
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CGIN/MCTI	Coordenação-Geral de Indicadores da Secretaria Executiva do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
CL	Currículo Lattes
Cnae	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNCTI	Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
CNEPEM	Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CRCN-CO	Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste
CRCN-NE	Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste
CTI	Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer
CTI	Ciência, Tecnologia e Inovação
CT-Infra	Fundo de Infraestrutura
CT-Petro	Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do setor de Petróleo e Gás Natural
DGP-Lattes	Diretório de Grupos de Pesquisa da Plataforma Lattes
DI-Lattes	Diretório de Instituições da Plataforma Lattes

DIIP-Lattes	Diretório de Instituições e Infraestruturas de Pesquisa da Plataforma Lattes
Enade	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
ENCTI	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
EPT	Educação Profissional e Tecnológica
FAP	Fundação Estadual de Amparo à Pesquisa
Fapemig	Fundação Estadual de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
Faperj	Fundação Estadual de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
Fapesp	Fundação Estadual de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
Fies	Fundo de Financiamento Estudantil
Finep	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
GBAORD	<i>Government budget appropriations or outlays for research and development</i>
GERD	<i>Gross expenses in research and development</i>
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICT	Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação
IDSM	Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá
IEN	Instituto de Engenharia Nuclear
IES	Instituição de Ensino Superior
IFE	Instituição Federal de Ensino Superior
Ifet	Instituição Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica
Impa	Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada
INCT	Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia
Inep	Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
Inpa	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Inpe	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Inpi	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
Insa	Instituto Nacional do Semiárido
INT	Instituto Nacional de Tecnologia
Ipea	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
Ipen	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IRD	Instituto de Radioproteção e Dosimetria
Lapoc	Laboratório de Poços de Caldas
LDBNEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
LIT	Laboratório de Integração e Testes
LNA	Laboratório Nacional de Astrofísica
LNCC	Laboratório Nacional de Computação Científica

LNLS	Laboratório Nacional de Luz Síncrotron
Mapa	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Mast	Museu de Astronomia e Ciências Afins
MC	Ministério das Comunicações
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MME	Ministério de Minas e Energia
MPEG	Museu Paraense Emílio Goeldi
MPOG	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
MS	Ministério da Saúde
NIT	Núcleo de Inovação Tecnológica
NSF	<i>National Science Foundation</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico ou <i>Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)</i>
OMC	Organização Mundial do Comércio
ON	Observatório Nacional
OS	Organização Social
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PACTI	Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação
PDE	Plano de Desenvolvimento da Educação
PDI	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PDTI	Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial
PIA	Pesquisa Industrial Anual
PIB	Produto Interno Bruto
Pintec	Pesquisa de Inovação Tecnológica
Pnad	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNCTI	Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
PNE	Plano Nacional de Educação
PNPG	Plano Nacional de Pós-Graduação
PPA	Plano Plurianual
PPC	Paridade do Poder de Compra
ProUni	Programa Universidade para Todos
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
Rais	Relação Anual de Informações Sociais

Reuni	Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
RNP	Rede Nacional de Pesquisas
Saeb	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
Scup/MCTI	Subsecretária de Coordenação das Unidades de Pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
SNCTI	Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação
TCG	Termo de Compromisso de Gestão
Unesco	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UP	Unidade de Pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
USPTO	<i>United States Patent and Trademark Office</i>

## SUMÁRIO

1	Introdução.....	19
2	Sistemas de inovação, infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento .....	26
3	O Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.....	46
3.1	Políticas de incentivo a CTI no Brasil e no mundo .....	47
3.1.1	Tendências mundiais em P&D .....	51
3.1.2	A política nacional de CTI no Século XXI .....	63
3.1.3	Evolução dos dispêndios em P&D no Brasil.....	71
3.2	Os sistemas de educação básica e superior no Brasil .....	80
3.2.1	O triste retrato das desigualdades educacionais no País.....	81
3.2.2	Educação Básica.....	88
3.2.3	Educação Profissional e Tecnológica.....	95
3.2.4	Educação Superior.....	103
3.3	O sistema brasileiro de pesquisa e pós-graduação.....	113
3.3.1	Evolução recente do sistema de pós-graduação .....	113
3.3.2	Pesquisadores e pessoal em P&D.....	125
3.3.3	A produção científica e tecnológica no Brasil e no Mundo .....	136
3.4	O desafio da inovação tecnológica no Brasil.....	149
3.4.1	Evolução dos indicadores de inovação tecnológica (1998-2011) .....	150
3.4.2	Impactos da inovação na indústria brasileira .....	158
3.4.3	Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil .....	163
4	A infraestrutura científica e tecnológica das instituições de pesquisa do MCTI .	173
4.1	Contextualização.....	174
4.2	Metodologia.....	180
4.3	Análise dos resultados .....	186
5	Conclusão .....	216

6	Referências bibliográficas .....	227
7	Bibliografia complementar .....	233
Apêndice I	Questionário utilizado na pesquisa .....	239
Apêndice II	Relação das instituições e infraestruturas pesquisadas .....	247

## 1 Introdução

Desde o final do Século XX, está ocorrendo uma revolução científico-tecnológica em nível mundial que alterou significativamente o modo de produção capitalista e as relações sociais de produção da vida material e de produção do conhecimento. De acordo com Manuel Castells (1999), esta revolução manifestou-se conjuntamente com a crise do modo tradicional de desenvolvimento industrial e o surgimento de um novo modo de desenvolvimento, caracterizado pela aplicação constante de novos conhecimentos e tecnologias à produção industrial, agropecuária e de serviços. Contraditoriamente, ao mesmo tempo em que se aprofundam as tendências de mundialização e de homogeneização social, aumentam também as disparidades entre países e regiões, em um contexto de progressiva diferenciação das formas de acumulação e gestão do Capital.

A dinâmica das transformações do capitalismo contemporâneo impõe uma avaliação e readequação de nossas teorias e métodos de pesquisa como condição essencial para a compreensão do processo de mudança social em curso. Por um lado, temos que desenvolver e empregar novas estratégias de conhecimento da realidade e, ao mesmo tempo, saber garantir o melhor de nossas tradições teóricas. Por outro lado, para tentar obter o maior proveito possível dos recursos materiais e imateriais que essas transformações oferecem, temos que aperfeiçoar os instrumentos políticos disponíveis para incluir milhares de indivíduos que se encontram excluídos dos benefícios do desenvolvimento econômico e social (MACIEL, 1999).

O Brasil enfrenta o atual cenário de incertezas, desencadeado pela revolução científico-tecnológica em curso e pelas transformações estruturais do capitalismo, com um sistema de mudança técnica relativamente pouco desenvolvido. O chamado Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) apresenta atualmente sérios gargalos, em todas as suas dimensões e componentes, que inibem fortemente seu desenvolvimento. Entre os principais entraves para o desenvolvimento desse sistema estão: o baixo nível educacional e de qualificação profissional e tecnológica da população; as grandes desigualdades regionais, com forte concentração da base industrial, científica e tecnológica em estados e localidades das regiões Sul e Sudeste; o baixo nível de investimento privado em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); o número reduzido de cientistas e engenheiros desenvolvendo inovações nas empresas; o baixo nível de cooperação entre as empresas e as

Instituições Científicas e Tecnológicas e de Inovação (ICTs); a pouca ligação da produção científica nacional com as demandas do setor produtivo (RIBEIRO, 2003).

Diante desse cenário, é cada vez mais relevante a realização de estudos e pesquisas que contribuam para a compreensão da capacidade científica e tecnológica do País e para a formulação de políticas públicas consistentes de educação, ciência, tecnologia e inovação. Com efeito, a discussão sobre a importância desses elementos como insumos fundamentais para o desenvolvimento econômico e social tem dominado o debate intelectual e político contemporâneo dos mais diferentes países. Trata-se do fortalecimento dos meios necessários para incentivar os processos de produção do conhecimento e de inovação como estratégia para promover o desenvolvimento sustentável de localidades, regiões e nações num capitalismo cada vez mais competitivo e globalizado.

O objetivo geral desta tese é, a partir de uma análise aprofundada da evolução recente e da situação atual do SNCTI, investigar o papel das instituições públicas de pesquisa na consolidação desse sistema. Ao se deparar com o desafio de compreender tal sistema, percebe-se que ele engloba enorme variedade de instituições e fenômenos econômicos, políticos, sociais e culturais. Por isso, deve-se delimitar quais aspectos dessa realidade complexa serão abordados em cada pesquisa. Para auxiliar na definição do objeto de estudo da tese, foram formuladas algumas questões que orientaram inicialmente a investigação, entre as quais: como podemos definir, em termos teóricos e metodológicos, as relações existentes entre a capacidade científica e tecnológica de um país e a natureza de seu sistema de mudança técnica? Quais são as principais características do SNCTI e em que medida esse sistema se aproxima (ou não) do conceito de "sistema nacional de inovação"? Qual o papel desempenhado pelos diferentes atores (governo, ICTs, empresas e trabalhadores) no desenvolvimento do SNCTI? Como o Estado pode contribuir para o processo de aprendizado científico e tecnológico da população, das ICTs e das empresas? Qual a importância da infraestrutura científica e tecnológica das instituições públicas de pesquisa para o cumprimento de suas missões dentro do SNCTI?

O conhecimento acumulado sobre a metodologia no campo das ciências sociais indica que o objetivo do trabalho do sociólogo, ou de qualquer outro cientista social, consiste em utilizar teorias e conceitos que se mostram úteis para a compreensão da realidade social. Essas teorias e conceitos servem como ferramentas para se estabelecer relações lógicas entre os fatos observados e, principalmente, para propor hipóteses explicativas sobre as causas dos

fenômenos estudados. Por meio de uma metodologia rigorosa de pesquisa, as hipóteses formuladas são submetidas a testes dedutivos, com o intuito de falseá-las ou, ao contrário, corroborá-las, passando pelo júri do campo científico e da experiência. O pesquisador, no entanto, não inventa novos conceitos e teorias aleatoriamente. Ele parte da crítica das teorias existentes, procura problemas e incompatibilidades nessas teorias e só então propõe outros conceitos e teorias que considera mais adequados para a compreensão de seu objeto de estudo.

Seguindo esses preceitos, a primeira parte da pesquisa consiste numa revisão aprofundada de literatura no campo de estudos multidisciplinares sobre sistemas de inovação, infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento, com o objetivo de colher subsídios para o estabelecimento das principais hipóteses defendidas na tese e para interpretação dos dados coletados na pesquisa empírica. Inicialmente, pode-se definir “sistema de inovação” como sendo um conjunto amplo de instituições que, interligadas por canais de trocas de conhecimento e/ou articuladas em redes, moldam os processos de aprendizado e de inovação em nível local, regional, nacional e, até mesmo, internacional. O estudo indica que a abordagem teórica centrada na noção de sistemas de inovação pode ser um instrumental relevante para a compreensão das complexas relações existentes entre os processos de aprendizagem, produção do conhecimento, inovação, crescimento econômico e desenvolvimento sustentável<sup>1</sup>.

A tese parte da hipótese central de que, *no estágio atual do capitalismo contemporâneo, o desenvolvimento sustentável das nações encontra-se fortemente correlacionado ao grau de amadurecimento e dinamismo de seus sistemas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CTI)*. Os países que se industrializaram no início do período moderno, e que estão na vanguarda da revolução científico-tecnológica em curso, possuem sistemas de inovação maduros e dinâmicos e, por isso, a competitividade de suas economias e seu estilo de desenvolvimento se baseiam na produção e adoção de novos conhecimentos e tecnologias. Por outro lado, os países de industrialização tardia que conseguiram reduzir a

---

<sup>1</sup> A abordagem teórico-metodológica baseada no conceito de sistemas de inovação teve sua origem, na década de 1980, com os trabalhos de Christopher Freeman (1982, 1987), Bengt-Ake Lundvall (1985) e Richard Nelson (1987) e conquistou reconhecimento internacional, na década seguinte, com outras contribuições relevantes desses autores (LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993; FREEMAN, 1995). Desde então, esse tipo de abordagem disseminou-se progressivamente no meio acadêmico e político de diversos países, sendo amplamente utilizada para a compreensão dos processos de inovação e de desenvolvimento econômico e social, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento (LUNDVALL, 2008).

defasagem industrial, científica e tecnológica que os separava dos países líderes investiram fortemente na consolidação de seus respectivos sistemas de CTI, por meio de adoção de políticas educacionais, científicas e tecnológicas integradas com políticas industriais e de comércio exterior.

O trabalho também se baseou na hipótese de que *o Brasil é um país de industrialização tardia, que ainda não possui um sistema de inovação totalmente consolidado e que se encontra atualmente numa posição intermediária no mundo em termos científicos e tecnológicos*. A formação do SNCTI ganhou força apenas nas últimas décadas do Século XX, impulsionada pela aceleração dos processos de industrialização e modernização do País. O modelo de industrialização adotado, condicionado pela divisão internacional do trabalho, se assentou na incorporação de conhecimentos e tecnologias externos, sem se preocupar com a constituição de um sistema nacional de inovação efetivo e dinâmico. Esse é um dos principais obstáculos para melhoria da competitividade do Brasil no mercado mundial de produtos industrializados e para sua inserção no novo paradigma de desenvolvimento produtivo. Nos últimos anos, contudo, ocorreram avanços importantes na consolidação do SNCTI, que possibilitaram o acúmulo de competências estratégicas, necessárias para a aproximação gradual do País em relação aos níveis de desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social dos países líderes.

Para testar essa hipótese, a segunda parte da pesquisa voltou-se para a formulação de um diagnóstico sobre a evolução recente e a situação atual do SNCTI com base em evidências empíricas, especialmente em indicadores nacionais de educação, ciência, tecnologia e inovação. Essa parte foi dividida em quatro capítulos que abordam as principais dimensões desse sistema, incluindo os subsistemas político, de educação básica e superior, de pesquisa e pós-graduação e empresarial. O primeiro foca a análise nas principais características do industrialismo brasileiro, nas tendências mundiais em P&D presentes no Século XXI, nas políticas de CTI adotadas pelo Brasil e na evolução dos dispêndios nacionais em P&D. O segundo apresenta um retrato das desigualdades educacionais existentes no País e analisa a evolução, no período de 1995 a 2012, dos sistemas de educação básica, de educação profissional e de educação superior. O terceiro aborda o desenvolvimento recente do sistema de pesquisa e pós-graduação, as principais características dos recursos humanos envolvidos em P&D e a evolução da produção científica e tecnológica no Brasil e no mundo. Finalmente, o quarto capítulo analisa a

evolução dos indicadores de inovação tecnológica no Brasil, os impactos da inovação na indústria brasileira e algumas políticas de incentivo à inovação adotadas pelo País desde o início da década de 2000.

O diagnóstico elaborado apresenta evidências robustas que corroboram a hipótese de que o SNCTI não se encontra totalmente consolidado e possui sérios entraves que limitam seu desenvolvimento, principalmente o baixo nível educacional da população, as grandes desigualdades sociais e regionais existentes no País, o pouco investimento privado em P&D, o pequeno número de pesquisadores nas empresas e os níveis reduzidos de inovação tecnológica. Apesar dessas limitações, nas últimas décadas ocorreram avanços importantes na consolidação desse sistema, especialmente o amadurecimento de um sistema robusto de pesquisa e pós-graduação, o crescimento da produção científica nacional e a constituição de um núcleo de empresas inovadoras e competitivas no setor industrial.

Estudos recentes mostram que, sobretudo nos países desenvolvidos, os institutos e centros de pesquisa tornaram-se componentes fundamentais dos sistemas de inovação e que essas instituições têm sido desafiadas a diversificar sua atuação e assumir novos papéis nos processos de desenvolvimento sustentável das nações. Nos últimos anos, ocorreram importantes mudanças que afetaram diretamente tais instituições, destacando-se: redução das dotações orçamentárias governamentais para instituições públicas e aumento da oferta de recursos competitivos; ampliação do investimento empresarial e criação de organizações privadas de P&D; estabelecimento de políticas científicas e tecnológicas específicas que estimulam maior concorrência entre as instituições, públicas e privadas, para obtenção de recursos para Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PDI) e para atração de recursos humanos; ampliação da participação em redes e projetos cooperativos de PDI; entre outras. Essas mudanças têm forçado os centros e institutos públicos de pesquisa a adorem modelos gerenciais e organizacionais mais flexíveis, ampliarem suas competências para alavancar recursos de diferentes fontes e estabelecerem novas formas de relacionamento com os diversos atores presentes nos sistemas de inovação (SALLES FILHO; BONACELLI, 2005, 2010; RIBEIRO; SALLES FILHO; BIN, 2015).

Em relação aos países de industrialização tardia, Roberto Mazzoleni e Richard Nelson (2005) analisaram a evidência histórica de nações como EUA, Japão, República da Coreia e Taiwan e concluíram que as instituições públicas de pesquisa desempenharam um importante papel em todos os casos bem-sucedidos de aproximação em relação à fronteira

científica e tecnológica praticada pelos países líderes (*cath up*). Os autores defendem que, frente às mudanças no cenário internacional, que restringiram fortemente a apropriação de tecnologias externas e a concessão de incentivos diretos às indústrias nacionais, as instituições públicas de pesquisa tendem a se tornar instrumentos crescentemente relevantes nas estratégias de *cath up* dos países em desenvolvimento.

Seguindo esse tipo de abordagem, a investigação se orientou pela hipótese de que *as instituições públicas de pesquisa tendem a desempenhar um papel cada vez mais relevante na estrutura institucional de suporte ao aprendizado científico e tecnológico dos países em desenvolvimento e que a infraestrutura dessas instituições é um fator de extrema relevância em sua produção*. Partiu-se do pressuposto de que o papel desempenhado por essas instituições nos sistemas de inovação deve ser compreendido à luz das especificidades de cada país e que as diferentes instituições assumem funções específicas dentro de tais sistemas, dependendo de suas respectivas missões, características e potencialidades. Entre as principais contribuições das instituições públicas de pesquisa ao desenvolvimento dos sistemas de inovação encontram-se: formação e aperfeiçoamento de recursos humanos; pesquisa básica e aplicada; domínio de conhecimentos e tecnologias externas; desenvolvimento de tecnologias estratégicas; transferência de tecnologias e conhecimentos para a sociedade; prestação de serviços técnico-científicos; e apoio a criação e consolidação de empresas inovadoras.

No caso brasileiro, verifica-se que o ambiente no qual as instituições de pesquisa operam tem se tornado gradativamente mais complexo e competitivo. O SNCTI passou por mudanças profundas nos últimos anos, destacando-se a emergência de novos atores e instituições, alterações na legislação, o surgimento de novas fontes de financiamento, a ampliação da gama de instrumentos de política científica e tecnológica, a formação e multiplicação de redes e projetos cooperativos de PDI, entre outras. Apesar dessas transformações, com raras exceções, as políticas voltadas para a promoção das instituições de pesquisa permanecem limitadas e fragmentadas (SALLES FILHO; BONACELLI, 2005, 2010).

Sabe-se que as instituições de pesquisa vinculadas ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), particularmente, têm atuado como atores estratégicos do SNCTI. No entanto, existe pouco conhecimento sistematizado a respeito das principais características dessas instituições, de sua infraestrutura de pesquisa e do papel

desempenhado por elas no desenvolvimento científico e tecnológico do País. Para preencher minimamente tal lacuna, a terceira e última parte do trabalho voltou-se para a realização de uma avaliação sobre a infraestrutura laboratorial dessas instituições, visando contribuir para a investigação sobre os diferentes papéis desempenhados por tais instituições no SNCTI. A pesquisa integrou um projeto mais amplo, desenvolvido pelo MCTI em parceria com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), que tem por objetivo mapear a infraestrutura de pesquisa das ICTs brasileiras.

A metodologia empregada envolveu a elaboração de um questionário específico, respondido pelos coordenadores de laboratórios e de outras infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Para orientar a análise dos resultados, as instituições pesquisadas foram reunidas em cinco grupos, de acordo com sua missão ou principal foco institucional: i) instituições com foco na Amazônia ou em outros Biomas; ii) instituições com foco em Ciência; iii) instituições que atuam como Laboratórios Nacionais; iv) instituições da área Nuclear; e v) instituições com foco em Tecnologia. O diagnóstico foi realizado, principalmente, com base nas informações de 248 laboratórios/infraestruturas de 21 instituições que participaram do levantamento.

Acredita-se que o estudo contribuiu para ampliar o conhecimento disponível sobre a capacidade de pesquisa e as singularidades desses grupos de instituições. A pesquisa revela que, de modo geral, as instituições do MCTI possuem uma infraestrutura de pesquisa moderna e atualizada, contam com corpo técnico-científico altamente qualificado, atuam em áreas estratégicas e desenvolvem atividades regulares de P&D, ensino e prestação de serviços técnico-científicos. As evidências encontradas corroboram a hipótese de que, dependendo de suas respectivas missões, características, gargalos e potencialidades, tais instituições podem desempenhar diferentes papéis na consolidação do SNCTI e, conseqüentemente, no desenvolvimento sustentável do País.

## **2 Sistemas de inovação, infraestrutura de pesquisa e desenvolvimento**

Em seu livro *A Sociedade em Rede* (1999), Manuel Castells afirma que, desde o final do século XX, vários acontecimentos de importância histórica têm transformado o cenário social da vida humana. Uma revolução científico-tecnológica centrada nas tecnologias da informação está remodelando a base material da sociedade em ritmo acelerado de tal modo que as economias por todo o mundo passaram a manter maior interdependência global, apresentando uma nova forma de relação entre a economia, o Estado e a sociedade em um sistema de geometria variável.

Na interpretação do autor, as mudanças ocorridas em nível global estão diretamente relacionadas à emergência do *informacionalismo* como um novo paradigma tecnológico e “modo de desenvolvimento”, que dá nova face e vigor ao modo de produção capitalista. Trata-se do surgimento e consolidação de uma estrutura social caracterizada pela presença e funcionamento de um sistema de redes interligadas. Essa nova estrutura forneceria a chave para interpretar alguns problemas centrais de nosso tempo, inclusive a oposição entre as tendências de homogeneização social e de diversificação cultural, que se revela, ao mesmo tempo, como um mecanismo de inclusão e exclusão social. A primeira tendência seria consequência da globalização dos padrões de interação organizados em redes que desconhecem fronteiras e nacionalidades. A segunda resultaria das transformações estruturais do emprego e de suas consequências para a vulnerabilidade da mão-de-obra, das novas práticas empresariais e da nova divisão internacional do trabalho.

O surgimento do “informacionalismo” resultou numa profunda reestruturação do capitalismo, incluindo mudanças como maior flexibilidade de gerenciamento; descentralização das empresas e sua organização em redes; fortalecimento do capital vis-à-vis o trabalho; individualização e diversificação das relações de trabalho; e aumento da concorrência econômica global em um contexto de progressiva diferenciação dos cenários geográficos e culturais para a acumulação e gestão do Capital.

A base tecnológica dessa revolução é a microeletrônica, acompanhada das novas tecnologias de informação, comunicação e automação, que alimentam a constituição da chamada sociedade “em rede”, do “conhecimento” ou da “informação”, na qual o conhecimento e suas formas de circulação se tornam cada vez mais indispensáveis em todos os campos da atividade humana. Consequentemente, transforma-se também o próprio modo de produção do conhecimento científico e tecnológico e as suas relações de produção.

A nova forma de produção do conhecimento apresenta características correlatas às mudanças no modo de produção de bens materiais. Essas mudanças se baseiam, fundamentalmente, nas novas exigências de flexibilidade, agilidade, transdisciplinaridade, interinstitucionalidade, qualidade e respostas às demandas sociais que supõem, necessariamente, um novo patamar de comunicabilidade entre campos, esferas, paradigmas, instituições, comunidades e atores sociais envolvidos no campo científico-tecnológico, assim como novas perspectivas de formação de recursos humanos (MACIEL, 1999).

O ponto de partida da teoria de Castells é a revolução da tecnologia da informação que emerge durante a década de 1970 nos Estados Unidos. Essa opção metodológica não sugere que novas formas e processos sociais surgem em consequência da transformação tecnológica. A tecnologia não determina a sociedade e nem a sociedade escreve o curso da transformação tecnológica. Vários fatores intervêm no processo de descoberta científica, inovação tecnológica e aplicações sociais, de forma que o resultado final depende de um complexo padrão interativo. Essas observações sugerem que o determinismo tecnológico é um falso problema, *“dado que a tecnologia é a sociedade, e a sociedade não pode ser entendida ou representada sem suas ferramentas tecnológicas”* (CASTELLS, 1999, p. 25). Ao se referir à relação entre tecnologia e sociedade, Castells afirma:

Entretanto, embora não determine a tecnologia, a sociedade pode sufocar seu desenvolvimento principalmente por intermédio do Estado. Ou então, também principalmente pela intervenção estatal, a sociedade pode entrar num processo acelerado de modernização tecnológica capaz de mudar o destino das economias, do poder militar e do bem-estar social em poucos anos. Sem dúvida, a habilidade ou inabilidade de as sociedades dominarem a tecnologia e, em especial, aquelas tecnologias que são estrategicamente decisivas em cada período histórico, traça seu destino a ponto de podermos dizer que, embora não determine a evolução histórica e a transformação social, a tecnologia (ou sua falta) incorpora a capacidade de transformação das sociedades, bem como os usos que as sociedades, sempre em um processo conflituoso, decidem dar ao seu potencial tecnológico (CASTELLS, 1999, p. 26).

Em relação ao papel desempenhado pelo Estado no processo de mudança tecnológica, o autor argumenta que:

[...] o papel do Estado, seja interrompendo, seja promovendo, seja liderando a inovação tecnológica, é um fator decisivo no processo geral, à medida que expressa e organiza as forças sociais dominantes em um espaço e uma época determinados. Em grande parte, a tecnologia expressa a habilidade de uma sociedade para impulsionar seu domínio tecnológico por intermédio das instituições sociais, inclusive o Estado. O processo histórico em que esse desenvolvimento de forças produtivas ocorre assinala as características da tecnologia e seus entrelaçamentos com as relações sociais (CASTELLS, 1999, p. 31).

A opção metodológica de tentar compreender as origens históricas do informacionalismo pode ser comparada ao procedimento de Max Weber ao relacionar o surgimento do capitalismo à emergência de um novo estilo de vida baseado na ética protestante. Castells afirma que quando, na década de 1970, um novo paradigma tecnológico veio a ser constituído, foi um segmento específico da sociedade norte-americana que concretizou “*um novo estilo de produção, comunicação, gerenciamento e vida*”. Assim, apesar do papel decisivo do financiamento militar e dos mercados nos primeiros estágios da indústria eletrônica (de 1940 a 1960), o grande progresso tecnológico iniciado nos anos 70 pode, de certa forma, ser relacionado à cultura da liberdade, inovação individual e iniciativa empreendedora, oriunda dos *campi* norte-americanos da década de 1960.

Para a análise sociológica, é importante constatar que a mudança social foi influenciada pelo surgimento de um novo *ethos* que colocava ênfase nos dispositivos personalizados, na interatividade, na formação de redes e na busca incansável de novas descobertas tecnológicas. Dessa forma, pode-se estender a hipótese defendida por Weber em *A Ética Protestante e o Espírito do Capitalismo* (1994), ao se afirmar que esse novo *ethos* se adequava, involuntariamente, ao tipo de conduta propícia ao surgimento do informacionalismo. Além disso, à medida que os “adeptos” dessa nova ética passaram a lograr êxito em suas atividades, o novo padrão de conduta passou a influenciar, progressivamente, a vida de todo indivíduo nascido sob esse novo “modo de desenvolvimento”. A adesão aos valores encarnados pelo “espírito do informacionalismo” passa a ser também fortemente determinada pelas oportunidades de mercado e de inserção profissional dos trabalhadores.

Porém, é preciso compreender que a inovação tecnológica não ocorre de maneira isolada:

[...] ela reflete um determinado estágio de conhecimento; um ambiente institucional e industrial específico; uma certa disponibilidade de talentos para definir um problema técnico e resolvê-lo; uma mentalidade econômica para dar a essa aplicação uma boa relação custo/benefício; e uma rede de fabricantes e usuários capazes de comunicar suas experiências de modo cumulativo e aprender usando e fazendo [...] os registros históricos parecem indicar que, em termos gerais, quanto mais próxima for a relação entre os atores locais de inovação, produção e utilização de novas tecnologias, mais rápida será a transformação das sociedades e maior será o retorno positivo das condições sociais sobre as condições gerais para favorecer futuras inovações (CASTELLS, 1999, p. 55).

Essas observações levam à conclusão de que condições sociais específicas favorecem a inovação tecnológica, que impulsiona o desenvolvimento econômico e o surgimento de

outras inovações. Contudo, para analisar de forma sociológica a formação de ambientes inovadores, deve-se considerar que a reprodução dessas condições é tão cultural e institucional quanto econômica e tecnológica. Para compreender verdadeiramente o contexto social e a dinâmica da transformação tecnológica que estão na origem dos chamados "meios" ou "sistemas de inovação", a análise sociológica deve buscar na história mundial a gênese desses ambientes, procurando determinar os condicionantes institucionais, políticos, econômicos, tecnológicos e culturais que influenciaram seu desenvolvimento.

O advento do novo paradigma tecnológico e a aceleração do processo de globalização e de abertura dos mercados são fatores determinantes na definição da mudança social em curso, aumentando a exposição das empresas à competição internacional, assim como às novas tecnologias, práticas e princípios de capacitação empresarial, que passam a determinar não apenas o sucesso ou fracasso, mas a própria sobrevivência das empresas no mercado. É nesse contexto de transformação do mercado e do sistema produtivo que surge o conceito de inovação com novos significados e conotações. Em sua acepção mais geral, inovação refere-se à introdução de conhecimento novo ou de novas combinações de conhecimentos existentes. Por sua própria definição, o conceito supõe e impõe uma relação estreita entre inovação e conhecimento. A inovação tecnológica, por sua vez, refere-se a novos produtos ou processos de produção e a aperfeiçoamentos ou melhoramentos de produtos ou processos já existentes.

Em meados de 1980, Christopher Freeman introduziu um conceito mais abrangente de inovação no âmbito da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), para responder à necessidade de ações governamentais que integrassem políticas econômicas e de ciência e tecnologia visando elevar a competitividade nacional e internacional. Diante da constatação de que inovação tecnológica *stricto sensu* não garante competitividade e não resolve sérios problemas sociais ligados a processos de produção, amplia-se o alcance do conceito para incluir, entre outros fatores: i) a organização e gestão do trabalho dentro da empresa; ii) formas de atualização e qualificação profissional dos trabalhadores; iii) desenvolvimento de novas formas de relação capital/trabalho; iv) descentralização com integração (social, produtiva, administrativa e política); e v) formação de recursos humanos qualificados em colaboração com as universidades. Em seu sentido ampliado, a inovação visa melhorar não apenas a produtividade e a competitividade, mas também o bem-estar social e a qualidade de vida da população (FREEMAN, 1991, 1995).

As mudanças ocorridas nas esferas da produção material e do conhecimento estabeleceram estreitas relações entre esses dois processos, de forma que não se pode mais imaginar a produção material sem o aporte cada vez maior de conhecimento produzido e, por outro lado, não se pode conceber a produção e comunicação de conhecimento sem a contribuição da produção material das novas tecnologias, nem sem a relação social e econômica com demandas e necessidades sociais. É por isso que se torna cada vez mais importante a relação entre os sistemas de produção do conhecimento e de produção material, o que nos remete diretamente à relação *Universidade-Empresa*.

Para auxiliar a compreensão desse processo de mudança social, Gibbons e colaboradores utilizam o conceito de *Modo II de produção do conhecimento*, cujas principais características são: é mais transdisciplinar do que disciplinar; situa-se no contexto da aplicabilidade do conhecimento, ou seja, de pesquisas desenvolvidas para resolver problemas práticos, que não se orientam apenas por interesses cognitivos; envolve grande heterogeneidade institucional, decorrente da diversificação dos locais de produção do conhecimento e do estabelecimento de redes de colaboração e troca de informações entre múltiplos atores; o conhecimento produzido não é direcionado apenas à comunidade científica, mas também aos não produtores de conhecimento, implicando em maior responsabilidade social (GIBBONS et al., 1994).

De acordo com Fernanda Sobral:

[...] o novo modo de produção do conhecimento provoca mudanças na pesquisa desenvolvida tradicionalmente nas universidades, que era mais disciplinar e se realizava, sobretudo, num contexto acadêmico orientado pelo próprio processo de conhecimento e não por sua utilidade econômica ou social. No entanto, a consolidação do novo modo de produção do conhecimento não implica necessariamente a substituição do antigo (SOBRAL, 2004, p. 223).

A autora ressalta que as novas tendências presentes no contexto da produção do conhecimento estão relacionadas, entre outros fatores, ao processo de globalização, à revolução científico-tecnológica em curso e à democratização da educação e da pesquisa nas sociedades. Essas transformações possibilitaram o estabelecimento de novas formas de interação entre os diferentes atores e instituições que participam dos processos de produção de conhecimento científico e tecnológico (SOBRAL, 2004).

A sociologia da ciência contemporânea criou teorias e conceitos que evidenciam a complexidade da relação entre a autonomia da ciência e o seu comprometimento com interesses econômicos, políticos e sociais presentes na sociedade. Contrapondo-se a noção

tradicional de comunidade científica, Karin Knorr-Cetina (1982) utiliza o conceito de *arenas transepistêmicas* para designar os espaços de ação nos quais a pesquisa científica e tecnológica se realiza, incluindo cientistas e não-cientistas e reunindo tanto argumentos de natureza técnica como não-técnica. Bruno Latour (2000), por sua vez, emprega a noção de *redes sociotécnicas* para descrever um conjunto de múltiplos atores que, direta ou indiretamente, influenciam na formulação dos problemas a serem resolvidos pela ciência.

Em seu livro *A Ciência em Ação* (2000), Latour critica duramente as teorias difusionistas que concebem a transferência de conhecimento como sendo um processo relativamente autônomo de auto-reprodução da ciência e da tecnologia na sociedade. Segundo o autor, esse tipo de abordagem é equivocado porque não contempla a complexa rede de pessoas e instituições que são mobilizadas para transformarem uma simples ideia em fato científico ou em inovação tecnológica. Latour argumenta que os “fatos” e as “máquinas” mudam constantemente à medida que são apropriados e utilizados por diferentes indivíduos e grupos sociais. Nesse sentido, compreende-se que a inovação não pode ser “reproduzida” ou “difundida” nas sociedades por simples determinação tecnológica, pois sua adoção depende de uma “translação de interesses” envolvendo diferentes atores, conhecimentos, recursos e instituições.

De acordo com Etzkowitz e Leydesdorff (1995, 1997), na maioria dos países desenvolvidos, a universidade e a indústria, que até pouco tempo estavam separadas em esferas institucionais relativamente distintas, estariam assumindo papéis recíprocos que eram executados de forma isolada. O papel do Estado em relação a estas duas esferas também estaria mudando em direções aparentemente contraditórias. De um lado, os governos estão oferecendo diversos incentivos para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e, de outro, pressionando as instituições acadêmicas para extrapolarem as funções tradicionais de ensino e pesquisa e fornecerem contribuição maior para a geração de riqueza. A partir da constatação de que o conhecimento é cada vez mais importante para o desenvolvimento econômico e para o atendimento de demandas sociais, estaria sendo negociado um novo contrato social entre a universidade e a sociedade.

Esses autores criaram o chamado modelo da *Tripla Hélice* de interação entre Governo-Universidade-Empresa para compreender e explicar os novos tipos de relações que se estabeleceram entre esses diferentes atores sociais. Esse modelo seria formado pelas relações entre empresas, Estado e instituições de pesquisa, interligadas por canais de troca

de conhecimento e articulados em rede. Um maior fluxo de informação externo à empresa, bem como um número mais elevado de relações de cooperação entre os distintos elementos, revelaria o grau de desenvolvimento de determinado sistema de inovação.

A noção de sistema ou ambiente de inovação procura dar conta do conjunto de condições (limites, obstáculos, possibilidades, estímulos) da inovação numa determinada formação social circunscrita no tempo e no espaço. Nesse sentido, falar de um sistema de inovação significa dar conta dos fatores sociais da capacidade de inovação, ou seja, do conjunto de fatores políticos, econômicos, ambientais, sociais e culturais que estimulam ou dificultam o processo de inovação. Compreende-se, portanto, que a capacidade inovadora de uma empresa, região ou nação não depende pura e simplesmente de sua capacidade econômica de investir em novas tecnologias, mas também da capacidade social, cultural e política de aplicar produtivamente e aproveitar socialmente os resultados dos processos de inovação (MACIEL, 2001).

Na maioria dos setores industriais, a empresa é o principal ator responsável pela introdução das inovações no mercado. Por isso, muitos economistas e estudiosos que pesquisam esse fenômeno deixam de analisar outros tipos de instituições que "moldam" o processo de inovação. Em contraposição a tal abordagem, o conceito de sistemas de inovação enfatiza a necessidade de se analisar um conjunto de amplo de instituições sociais que moldam a interação humana e incentivam (ou dificultam) o processo de inovação.

A abordagem centrada no conceito de sistemas de inovação surgiu como uma crítica aos modelos neoclássicos de crescimento econômico, ao neoliberalismo e ao chamado modelo linear de inovação. Nessa abordagem, os sistemas econômicos não são vistos apenas como mercados, mas também como um conjunto de instituições, ligações e relações sistêmicas entre diferentes atores sociais. A noção de sistema de inovação parte do pressuposto de que a acumulação tecnológica é um processo longo e difícil e que, se atuarem livremente, as forças de mercado podem destruir esse processo. Ao enfatizar a importância das políticas nacionais para o desenvolvimento dos sistemas de inovação, essa abordagem serviria como instrumento de luta contra a ideologia neoliberal.

Nas duas últimas décadas, houve grande difusão dos conceitos e teorias relacionados à noção de sistemas de inovação, tanto no meio acadêmico como no ambiente governamental e empresarial. De acordo com Lundvall, no decorrer desse processo de disseminação, ocorreu uma distorção da abordagem original desenvolvida por Freeman e outros no final

dos anos 1980. Em sua crítica, a autor afirma que pesquisadores e formuladores de políticas públicas estariam adotando uma versão restrita do conceito, que deixa de lado elementos importantes para a compreensão das interações entre os processos de inovação, crescimento econômico e desenvolvimento (LUNDVALL, 2007).

Essa restrição do conceito estaria presente em abordagens focadas no papel da ciência nos processos de inovação, na infraestrutura científica e tecnológica formal e nas políticas de incentivo à P&D em setores de alta e média intensidade tecnológica. Esse seria o caso, por exemplo, dos modelos de *Tripla Hélice* e do *Modo 2 de produção do conhecimento* (GIBBONS et al., 1994). Para Lundvall, quando esses modelos são empregados para dar conta de todo o sistema de inovação, e não apenas de alguns de seus subsistemas, eles contribuem para a distorção e para a perda de poder explicativo do conceito.

Para o entendimento dos elos existentes entre inovação, crescimento econômico e desenvolvimento, Lundvall defende a adoção de uma definição ampla de SNI, que articule aprendizado individual, organizacional e interorganizacional como elementos centrais desse processo. Com esse enfoque, enfatiza a necessidade de se investigar tanto a infraestrutura científica e tecnológica como também as instituições e organizações que oferecem suporte à construção de "competências" na esfera produtiva. Isso seria ainda mais importante nos tempos da atual "economia globalizada do aprendizado" (LUNDVALL, 1992, 2008).

Lundvall argumenta que as perspectivas assentadas nos conceitos de "Modo 2" e de "Tripla Hélice" capturam o processo de aprendizado que liga as atividades de C&T à inovação (*Science, Technology and Innovation Learning* ou *STI-Learning*). Sabe-se que a ciência e o conhecimento codificado são elementos crescentemente importantes para um número cada vez maior de empresas dos mais variados setores da economia. Isso não significaria, no entanto, que o aprendizado baseado na experiência e no conhecimento tácito tenham se tornado menos relevantes para a inovação. Pelo contrário, para lançar inovações no mercado, inclusive aquelas oriundas da ciência, o aprendizado que ocorre nas empresas, pelo desenvolvimento de competências e pela participação em redes, seria um elemento extremamente relevante. O autor denomina esse processo de aprendizado pela prática, uso e interação, de *Learning by doing, using and interacting* ou *DUI-Learning* (LUNDVALL, 2008).

A análise embasada na perspectiva dos sistemas de inovação busca compreender como os diferentes tipos de conhecimento são criados e empregados no processo de

inovação. Por um lado, sabe-se que alguns tipos de conhecimento são globais, explícitos e podem ser facilmente transferidos de uma parte para outra do mundo. Por outro, existem tipos de conhecimentos locais e tácitos, que estão incorporados nas pessoas e nas instituições. Nesse sentido, diferentes setores da economia e da sociedade utilizam diversas combinações de conhecimentos globais e localizados. A chave para se compreender o funcionamento de determinado sistema de inovação reside no entendimento de como a aprendizagem ocorre nas organizações e por meio da interação entre organizações. Assim, além de examinar as características nacionais em termos das organizações que realizam atividades de P&D, seria igualmente importante estudar como as empresas e organizações interagem em um sistema complexo com o objetivo desenvolver competências sintonizadas com as atividades econômicas em curso.

Existe um consenso na literatura especializada de que a abordagem dos sistemas nacionais de inovação, desenvolvida para se compreender a dinâmica tecnológica dos países desenvolvidos, precisa ser adaptada para análise da situação dos países menos desenvolvidos. Alguns autores, inclusive, propõem conceitos alternativos para o estudo da realidade desses países, como os de "sistemas nacionais tecnológicos" e de sistemas nacionais de aprendizado (VIOTTI, 2001). No caso dos países latino-americanos, Arocena e Sutz ressaltam a importância de se adotar um olhar a partir do Sul, que contemple a condição de inserção periférica desses países no capitalismo mundial. Os autores argumentam que, quando aplicado aos países menos desenvolvidos, o foco da análise deve ser alterado para contemplar a construção e o desenvolvimento de seus respectivos sistemas nacionais de inovação. Desse modo, ao contrário dos países desenvolvidos, onde o conceito de SNI se refere à uma realidade estabelecida (*ex post*), nos países menos desenvolvidos o conceito serviria para se analisar uma realidade em construção (*ex ante*) (AROCENA et al., 2002; AROCENA; SUTZ, 2003).

Lundvall enfatiza que, particularmente nos casos dos países em desenvolvimento, deve-se evitar a adoção de um conceito limitado de SNI, focado apenas na infraestrutura de P&D e nos setores de média e alta tecnologia. Ao contrário, seria mais útil empregar uma definição ampla do conceito, que incorpore diversas instituições envolvidas nos processos de aprendizado e também os setores econômicos tradicionais. Como esses países precisam

realizar um processo de *cath up*<sup>2</sup> em relação aos países líderes, deve-se dar especial atenção à implementação de políticas públicas que visem estimular e suplementar o desenvolvimento "espontâneo" de seus sistemas de inovação (LUNDVALL, 2008).

De acordo com Eduardo Viotti (2001), é importante ter em mente que o esforço de uma nação para se industrializar no início do processo de surgimento e consolidação do industrialismo no mundo capitalista é completamente diferente daquele por que passa uma nação periférica quando já existe forte concorrência nos mercados mundiais de produtos industrializados. O Brasil, particularmente, seria um caso típico de país com industrialização tardia e essa característica marcaria profundamente a natureza de seu sistema de mudança técnica e também o seu estilo de desenvolvimento. Contrariamente ao que ocorreu com os países que exerceram um papel de vanguarda no desenvolvimento do capitalismo moderno, o Brasil não teria constituído um parque industrial e um sistema de inovação com capacidade de competir no mercado nacional e internacional com produtos e processos inovadores.

O autor argumenta que o sistema de mudança técnica das economias dos países industrializados pode ser corretamente caracterizado como um sistema nacional de inovação, porque a sua competitividade é baseada no emprego de tecnologias inovadoras. Esses países possuem capacitação para absorver e aperfeiçoar inovações externas e para desenvolver localmente novas tecnologias. Os países de industrialização tardia, no entanto, baseiam seu sistema de mudança técnica na absorção e no aperfeiçoamento de inovações desenvolvidas nos países industrializados e, portanto, este pode ser caracterizado de forma mais adequada como um Sistema Nacional de Aprendizado Tecnológico (VIOTTI, 2001).

O desenvolvimento tecnológico dos países de industrialização tardia é limitado pela natureza de seu sistema de mudança técnica. A condição estrutural de dependência das tecnologias desenvolvidas nos países centrais restringe fortemente a competitividade de seus produtos industriais e os impele a adotar mecanismos espúrios para compensar a defasagem tecnológica de seus respectivos parques industriais. Por não possuírem as condições

---

<sup>2</sup> O termo *cath up* refere-se ao processo de aprendizado industrial, científico e tecnológico de um país para alcançar a fronteira tecnológica e desenvolver, da melhor forma possível, mercadorias já produzidas pelos países líderes de determinada época. No século XIX, países como os EUA e a Alemanha conseguiram alcançar e superar a produção industrial inglesa. A experiência mostra, entretanto, que aprender a fazer o que os outros já fizeram não é um objetivo simples de ser alcançado. Alguns países conseguiram avançar rapidamente, como os casos do Japão, no final do século XIX e início do XX, da Coreia e de Taiwan, no final do século passado. Recentemente, a China tem sido o exemplo mais bem sucedido de *catch up*. No entanto, a maior parte dos países de desenvolvimento, incluindo o Brasil, têm avançado pouco na redução de sua defasagem tecnológica em relação aos países líderes.

necessárias para concorrer nos mercados com diferenciais advindos do processo de inovação, a competitividade dos produtos das economias retardatárias geralmente se apoia em determinadas “vantagens comparativas”, tais como: i) baixa remuneração da mão-de-obra local (*dumping social*) ou preços reduzidos de matérias-primas; ii) exploração (predatória ou não) de seus recursos naturais (*dumping ambiental*); iii) estabelecimento de barreiras protecionistas e concessão de subsídios estatais (*dumping econômico*). Essas supostas vantagens comparativas, no entanto, não são suficientes para garantir a competitividade de longo prazo de seus produtos industriais e, por outro lado, estão intrinsecamente relacionadas ao desenvolvimento de sérios problemas sociais, ambientais e de dependência econômica.

Os países que competem no mercado internacional com base em vantagens comparativas assentadas no baixo valor do trabalho tendem a perder competitividade industrial e, no longo prazo, apresentam grandes dificuldades para promover o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida de suas populações. Em conceitos marxistas, pode-se dizer que a competitividade empresarial desses países se baseia, prioritariamente, na obtenção da mais-valia absoluta por meio da exploração excessiva dos trabalhadores, o que, obviamente, contribui para a depreciação da qualidade de vida da população. Isso também dificulta a obtenção de ganhos de produtividade e competitividade por meio da produção de mais-valia relativa, ou seja, por meio do desenvolvimento de inovações tecnológicas de produtos, processos e serviços.

Em termos gerais, pode-se denominar como competitividade espúria aquela alcançada por meio da redução da qualidade de vida da população ou pela exploração predatória dos recursos naturais de um país. Esse tipo de competitividade se contrapõe à competitividade autêntica, que pode ser obtida por meio de ganhos de produtividade e de qualidade da produção nacional. Apenas esse último tipo de competitividade pode assegurar o desenvolvimento efetivo de médio e longo prazo de uma nação (FAJNZYLBBER, 1988).

Como se sabe, existem três formas básicas de mudança técnica: i) a inovação tecnológica, atingida principalmente por meio da P&D de novos processos, produtos e serviços; ii) a absorção de inovações produzidas externamente, que ocorre por meio de processos de transferência de tecnologia (compra, licenciamento e uso de tecnologias); iii) e o aperfeiçoamento de inovações, alcançado por processos de inovação incremental (melhoria de processos, produtos e serviços existentes).

De acordo com Viotti, dependendo da forma de mudança tecnológica predominante, o sistema de mudança técnica das economias retardatárias pode ser do tipo ativo ou passivo. O autor argumenta que os países que possuem um *Sistema Nacional de Aprendizado Tecnológico Ativo* têm uma estratégia de desenvolvimento focada no esforço permanente de capacitação tecnológica para melhorar e aperfeiçoar inovações desenvolvidas externamente e buscam reduzir progressivamente as formas espúrias de competitividade. Já os países que possuem um *Sistema Nacional Aprendizado Tecnológico Passivo* têm sua estratégia tecnológica assentada na simples absorção de tecnologias para a produção local de manufaturas, bens e serviços desenvolvidos por outros países (VIOTTI, 2001).

Pelo menos desde 2008, uma profunda crise tem assolado o sistema capitalista mundial. De acordo com Cassiolato, Matos e Lastres, um dos fatores centrais para o surgimento da crise e sua persistência são os elevados níveis de desigualdade de renda, que têm crescido inclusive no coração do sistema. Em grande parte, o crescimento das desigualdades está relacionado à distribuição desigual de conhecimento entre pessoas, organizações, localidades, países e regiões do mundo. Por isso, mais do que uma "sociedade do conhecimento", presencia-se a consolidação da "sociedade capitalista do conhecimento" (CASSIOLATO; MATTOS; LASTRES, 2014).

Para esses autores, a globalização não trouxe um mundo melhor para todos e as tendências atuais parecem indicar justamente o contrário. Em sua interpretação, a prevalência da desigualdade de renda entre os países corroboraria, sessenta anos depois, algumas teses centrais da escola estruturalista latino-americana. Esta escola não definia o subdesenvolvimento como uma situação de "desenvolvimento ainda não realizado", esperando por um processo de alavancagem econômica (*catch up*), mas como uma situação integrada à ordem econômica e política mundial, que precisa ser alterada politicamente, para que se criem oportunidades reais de desenvolvimento.

A chamada escola estruturalista latino-americana surgiu na década de 1950, com a criação da Comissão Econômica para a América Latina (Cepal), e realizou um profundo debate sobre desenvolvimento e subdesenvolvimento. Os expoentes dessa escola, como Raúl Prebisch e Celso Furtado, defendiam a ideia de que os países periféricos não poderiam seguir os mesmos padrões de desenvolvimento dos países centrais, porque a sua situação de subdesenvolvimento estaria fortemente enraizada em desigualdades estruturais presentes nas relações geopolíticas e econômicas internacionais. Em razão desses aspectos, a realização

das mudanças estruturais necessárias para a promoção do desenvolvimento desses países demandaria tanto o conhecimento de suas especificidades como uma forte intervenção governamental.

O subdesenvolvimento é visto por Celso Furtado (2009) como um processo histórico relativamente autônomo e não como um estágio pelo qual todas as economias deveriam passar para alcançar o desenvolvimento. O desenvolvimento não é linear, e tampouco sequencial, mas sim um processo único que depende de vários aspectos relacionados às especificidades políticas, econômicas, históricas e culturais de cada país ou região. Além disso, o processo de desenvolvimento resultaria de mudanças estruturais de longo prazo que geram rupturas com tendências e padrões historicamente estabelecidos. Desse modo, o desenvolvimento pode ser compreendido como um processo sistêmico e historicamente determinado. O autor estabeleceu uma relação intrínseca entre desenvolvimento e mudança tecnológica, de forma que crescimento econômico dependeria, em grande parte, de um processo de acumulação de conhecimento.

De acordo com Cassiolato, Matos e Lastres, a escola estruturalista já havia reconhecido o papel central da inovação, do aprendizado científico e tecnológico e da capacitação para a produção nos processos de desenvolvimento. Os autores dessa escola adotaram uma visão sistêmica e global que enxergava os obstáculos ao crescimento dos países menos desenvolvidos no contexto de sua condição periférica dentro do capitalismo mundial. Por esta ótica, as dinâmicas de produção dos sistemas locais, nacionais e regionais de inovação são vistas como diretamente influenciadas pela inserção internacional dos países (CASSIOLATO; MATTOS; LASTRES, 2014).

Segundo os autores, é possível fazer uma aproximação conceitual entre as abordagens teórico-metodológicas da escola estruturalista latino-americana e dos sistemas de inovação. Ambas as abordagens focam sua análise nos processos sociais e econômicos de produção material e de produção do conhecimento e reconhecem que a riqueza das nações também resulta de forças imateriais, como criatividade e conhecimento. Além disso, as duas concepções contribuem para a destruição da ideia de um equilíbrio geral automático, que poderia ser alcançado pela atuação da "mão invisível" do mercado, ao enfatizar que a inovação, as discontinuidades e as incertezas são fatores essenciais para a dinâmica de acumulação capitalista através do tempo. Ainda, em ambas as abordagens o processo de desenvolvimento é caracterizado por mudanças profundas nas estruturas produtiva,

tecnológica, social, política e institucional de cada nação. Já em nível global, o desenvolvimento é visto como um processo sistêmico que produz uma distribuição desigual dos ganhos relacionados à mudança tecnológica, criando, por um lado, desenvolvimento econômico no centro do sistema e causando, por outro, subdesenvolvimento nos países periféricos.

Os autores argumentam que as identidades observadas entre a escola estruturalista e a abordagem dos sistemas de inovação estariam enraizadas em antigas tradições teóricas da economia política. Essas tradições partem do pressuposto de que tanto as teorias como as recomendações políticas devem, necessariamente, considerar o contexto social e histórico de cada localidade, país ou região. Elas também reconhecem que a economia está fortemente enraizada na sociedade, que a ciência e a tecnologia são capacidades localizadas e que as forças cumulativas são mais importantes do que as forças de equilíbrio. Com base nesses pressupostos, as duas abordagens ressaltam a importância do progresso tecnológico, dos fatores não econômicos, das instituições e dos agentes para os processos de desenvolvimento. Finalmente, elas também enfatizam as assimetrias (econômicas, políticas, científicas e tecnológicas) e o caráter dual do processo de desenvolvimento em nível internacional, assim como a importância da política para promover as mudanças estruturais necessárias ao desenvolvimento dos países e regiões subdesenvolvidos (CASSIOLATO; MATTOS; LASTRES, 2014).

A nova revolução científico-tecnológica e o processo de globalização afetam diretamente as possibilidades de construção dos sistemas locais, setoriais, regionais e nacional de inovação dos países em desenvolvimento. Para se manterem tecnologicamente atualizados, esses países precisam adotar e adaptar tecnologias desenvolvidas e controladas pelos países líderes, empregando um conjunto de estratégias e mecanismos, tais como: engenharia reversa; licenciamento de tecnologias; envio de estudantes para o exterior; atração de firmas e especialistas estrangeiros; participação em projetos de cooperação científica e tecnológica internacional etc.

Mazzolleni e Nelson (2005) utilizam o instrumental teórico-metodológico dos sistemas nacionais de inovação para analisar a evidência histórica de vários países e concluem que as instituições públicas pesquisa desempenharam um importante papel no processo de *catch up* de países como Japão, EUA, Coreia e Taiwan. Os autores defendem a hipótese de que, devido a mudanças no cenário mundial e à crescente incorporação de

conhecimento científico nas práticas tecnológicas, os sistemas públicos de pesquisa tendem a ser elementos cada vez mais importantes na estrutura institucional de suporte ao *catch up* dos países menos desenvolvidos.

O processo de *catch up* dos países em desenvolvimento envolve a inovação de uma maneira específica, diferente do processo de inovação que ocorre nos países líderes. Geralmente, as tecnologias e práticas que são novas para esses países já são bem estabelecidas nos países que atuam na fronteira tecnológica. Assim, a inovação necessária para o *catch up* seria, principalmente, de caráter organizacional e institucional. Esse tipo de inovação representa uma ruptura com as práticas tecnológicas passadas e envolve um elevado grau de incerteza. Isso porque o domínio de certas tecnologias "físicas" e "sociais" dependeria de um tipo sofisticado de aprendizado, que apresenta grande possibilidade de fracasso.

De acordo com os autores, até o início do século XX, todos os casos bem sucedidos de *catch up* envolveram os seguintes elementos: i) fluxo transnacional expressivo de estudantes, pesquisadores, técnicos e especialistas, trazendo conhecimento de ponta produzido externamente para dentro do país; ii) forte apoio governamental, por meio da concessão de uma série de subsídios diretos e indiretos; iii) apropriação de tecnologia externa facilitada por um fraco regime de proteção dos direitos de propriedade intelectual.

Nas últimas décadas, no entanto, o ambiente econômico e político internacional mudou radicalmente, em diferentes aspectos, especialmente para países em desenvolvimento que tentam alcançar a fronteira tecnológica dos países líderes. O surgimento da Organização Mundial do Comércio (OMC) e o estabelecimento de tratados internacionais que regulam o comércio internacional e os direitos de propriedade intelectual mudaram as regras do jogo. Esses acordos proibiram o protecionismo e a concessão de subsídios diretos para as indústrias nacionais, permitindo apenas a concessão incentivos indiretos, como o investimento em infraestrutura, o apoio às atividades de P&D e ações voltadas à formação de recursos humanos. Essas mudanças fazem com que os governos dos países em desenvolvimento tenham que adotar novas estratégias de desenvolvimento econômico, industrial e tecnológico.

Esse novo ambiente regulatório toma forma num contexto onde os negócios e as finanças têm operado em uma escala cada vez mais global. Por um lado, as empresas dos países desenvolvidos pressionam os governos para terem acesso aos mercados externos e

estão cada vez mais agressivas na defesa de seus direitos de propriedade intelectual. Por outro, o investimento direto estrangeiro torna-se crescentemente importante para *catch up* dos países em desenvolvimento, assim como o estabelecimento de parcerias entre suas empresas e firmas estrangeiras que possuem *know how* avançado.

Outra mudança significativa refere-se ao fato de que as comunidades científicas e tecnológicas de diferentes países têm se tornado mais conectadas do que antes. Ao mesmo tempo, cresce a importância e o poder de diversas ciências aplicadas para a formação de recursos humanos altamente qualificados e o avanço tecnológico. Entre estas, encontram-se tanto campos mais antigos, como as engenharias química e elétrica, como novos campos do conhecimento, incluindo as ciências da computação, a biotecnologia, a nanotecnologia, a imunologia etc. Esses campos científicos têm se tornado cada vez mais abertos à formação de redes de pesquisa em nível nacional e internacional.

Os impactos de tais mudanças no processo de *catch up* são profundos. O treinamento científico se torna um pré-requisito essencial para se obter a habilidade necessária à compreensão e ao controle de tecnologias intensivas em conhecimento científico. A experiência obtida no ambiente trabalho, embora continue sendo extremamente importante, não é mais suficiente para o domínio dessas tecnologias. Por outro lado, a existência de uma forte base científica no país reduz significativamente a necessidade do aprendizado realizado no exterior ou da tutela de especialistas estrangeiros. Além disso, possuir pesquisadores altamente qualificados no país é uma condição essencial para participação em redes internacionais de P&D.

Diante do novo cenário internacional, Mazolleni e Nelson defendem a importância cada vez maior de que os países que estão tentando o *catch up* consolidem uma estrutura institucional com capacidade para criar, revisar e produzir tecnologias relativamente novas no mercado. Isso porque, em diversas áreas industriais nas quais a inovação é perene, adquirir competência tecnológica representa perseguir uma meta em constante movimento. Em muitas dessas áreas, as linhas que separam a imitação sofisticada da criação de novos produtos e processos têm se tornado tênues. Possuir uma forte capacidade interna de P&D pode ajudar as empresas domésticas a inovar sem infringir direitos de propriedade alheios. Além disso, estabelecimento de um portfólio de patentes pode ser um elemento importante de barganha nos complexos acordos de licenciamento que marcam muitos setores industriais.

Existe um consenso de que as empresas devem realizar uma parte considerável do esforço nacional de P&D. No entanto, a pesquisa realizada nas instituições públicas pode desempenhar um papel de suporte altamente relevante nos processos de inovação. As universidades e instituições públicas de pesquisa têm contribuído para a alavancagem tecnológica dos países menos desenvolvidos, especialmente nos campos para os quais os conhecimentos e tecnologias externos são condicionados por necessidades ou especificidades nacionais. Em áreas como agricultura e medicina, por exemplo, não se pode simplesmente copiar tecnologias e práticas de outros países. Nestas áreas, os países precisam desenvolver tecnologias e práticas próprias, adequadas às suas próprias condições e necessidades (solo, clima, doenças endêmicas etc.).

O papel da pesquisa realizada pelas universidades, instituições e laboratórios públicos precisa ser entendido dentro do contexto mais amplo de cada sistema nacional de inovação. Embora essa concepção tenha sido desenvolvida para auxiliar a compreensão do papel das instituições envolvidas no processo de inovação dos países que estão próximos ou na fronteira tecnológica, pode-se reorientar e adaptar o conceito às características dos países menos desenvolvidos. Essa abordagem seria particularmente útil para orientar as políticas e instituições necessárias a um processo efetivo de aprendizado tecnológico.

As contribuições das universidades e dos laboratórios públicos para o desenvolvimento de capacidades científicas e tecnológicas endógenas varia bastante entre os diferentes países e setores econômicos. A evidência histórica dos casos observados por Mazzolleni e Nelson demonstra que, em contraste com o modelo tradicional de universidade, os programas mais efetivos de pesquisa e apoio à inovação ocorreram em sistemas de pesquisa com estrutura própria, especialmente naqueles com atuação em áreas das engenharias e das ciências aplicadas. Além disso, esses programas foram orientados para uma comunidade atual ou potencial de usuários e desenhados para a resolução de problemas e o desenvolvimento de tecnologias relevantes para determinado setor econômico.

De acordo com os autores:

As some of the examples suggest strongly, a program of public research can be effective only in a context in which the user community has strong incentives to improve their practices, and the capability to use what is coming out of the research program. They need to be willing and able to try new things, to learn. It is interesting and relevant, we think, that in many of the successful cases, public research was part of a broader structure aimed to improve productivity in a sector which included, as well, education and training programs for people going out to become members of the user community. Thus the agricultural research programs in Japan complemented programs to give Japanese farmers better training. The

productivity of the programs of public research in Korea e Taiwan depended on the major investments that had been made in the training of engineers, who went out to industry, and provided industrial firms with the technical sophistication they needed in order to draw fruitfully from that research. And in turn, a client population, eager for results that can help them, and capable of recognizing and using those results when they become available, can provide an affective and demanding source of priorities and support for a public research organization (MAZZOLENI; NELSON, 2005, p. 31).

Nas últimas décadas, todos países que conseguiram avançar rapidamente investiram fortemente em seus sistemas de educação superior e fizeram grandes esforços internos de P&D. No século XXI, as universidades e instituições públicas de pesquisa devem desempenhar diversas funções relevantes para o desenvolvimento dos países, localidades e regiões em que estão inseridas. Nos países em desenvolvimento, tais instituições serão importantes veículos no processo de aprendizagem necessário para dominar as tecnologias e formas organizacionais vigentes nos países mais avançados. Nesse sentido, continuarão a servir como fonte de estudantes e pesquisadores para serem treinados em outros países e devem atuar como polos de atração e fixação de pesquisadores vindos do exterior. Além disso, essas instituições devem ter um papel crescentemente relevante nos processos de inovação.

Nos países menos desenvolvidos, assim como nos países ricos e desenvolvidos, a principal função da universidade e das demais instituições públicas de pesquisa permanece sendo formar e treinar pessoas qualificadas, fornecendo-lhes saberes, competências e habilidades úteis, para que possam ser incorporadas de forma produtiva no mercado de trabalho, onde irão resolver problemas que não poderiam ser solucionados por outros trabalhadores menos qualificados. Problemas dessa natureza tendem a surgir com maior frequência nos sistemas em que a aprendizagem e a inovação são mais recorrentes.

Assim, a questão dos recursos humanos torna-se cada vez mais relevante para a compreensão da dinâmica dos sistemas nacionais de inovação. Se, por um lado, um dos aspectos centrais da globalização é que o conhecimento codificado se move cada vez mais rápido entre as fronteiras, por outro lado, o recurso mais localizado permanece sendo as pessoas, seu conhecimento tácito, suas redes de relações e suas experiências organizacionais acumuladas. Além disso, todas as partes do sistema de inovação que contribuem para o desenvolvimento de competências estariam se tornando crescentemente importantes para a performance econômica e para o desenvolvimento nacional.

Estudos recentes reforçam o argumento de que, em todo o mundo, os institutos e centros públicos de pesquisa estão se tornando atores cada vez mais relevantes dos sistemas de inovação e que tais instituições têm sido desafiadas a diversificar sua atuação e assumir novos papéis nos processos de desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social das nações. O aprofundamento do processo de globalização, as transformações estruturais do capitalismo e a crise econômica e financeira internacional acarretaram mudanças que afetaram diretamente tais instituições, destacando-se: redução dos investimentos governamentais em instituições públicas de pesquisa; ampliação dos dispêndios empresariais e criação de organizações privadas de P&D; estabelecimento de políticas específicas que estimularam maior concorrências entre as instituições, públicas e privadas, para obtenção de recursos para PDI; formação de parcerias, redes e projetos cooperativos entre empresas, instituições de pesquisa e outras entidades públicas e privadas. Essas mudanças praticamente obrigam as instituições de pesquisa a adotarem modelos de gestão mais flexíveis, ampliarem suas competências para buscarem recursos em diferentes fontes e estabelecerem novas formas de relacionamento com os diversos atores presentes nos sistemas de inovação (SALLES FILHO; BONACELLI, 2005, 2010; RIBEIRO; SALLES FILHO; BIN, 2015).

Conclui-se que, nos países em desenvolvimento, o desenho dos sistemas públicos de educação, pesquisa e formação profissional deve ser encarado como parte integrante da formação e da consolidação de um sistema nacional de inovação. As universidades e as instituições públicas de pesquisa podem desempenhar um papel relevante no desenvolvimento desse sistema. No entanto, é preciso situar esse papel dentro de um contexto institucional amplo, que considere os diversos aspectos econômicos, políticos, sociais e culturais que condicionam o desenvolvimento do país. Finalmente, é importante ressaltar que as universidades e instituições públicas de pesquisa precisam de um mínimo de autonomia, a fim de contribuírem para a geração de conhecimento científico relevante. A ideia de que elas possam ser integralmente submetidas à lógica do mercado ou ao controle político governamental é incompatível com o seu papel de guardiãs do conhecimento razoavelmente confiável.

### **3 O Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação**

Nas últimas décadas, o chamado Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI) tornou-se crescentemente complexo, envolvendo, entre outros atores e instituições<sup>3</sup>: i) os ministérios da Educação (MEC), Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Saúde (MS), Defesa (MD) e Comunicações (MC); ii) órgãos federais e estaduais de fomento à pesquisa científica e tecnológica, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e as Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (FAPs); iii) secretarias estaduais e municipais de desenvolvimento, educação, ciência e tecnologia; iv) bancos e agências de desenvolvimento, como o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep); v) universidades, centros e instituições de ensino e pesquisa, públicas e privadas; vi) empresas, públicas e privadas, de diferentes portes e setores da economia; vii) entidades ligadas ao setor privado, como as federações de indústrias e as entidades do “Sistema S”; viii) associações científicas, tecnológicas e empresariais.

Esta parte da tese tem por objetivo realizar um diagnóstico aprofundado sobre a evolução recente e a situação atual do SNCTI com base em estudos realizados por outros autores e, principalmente, em indicadores nacionais de educação, ciência, tecnologia e inovação. O trabalho foi dividido em quatro capítulos, que abordam os principais componentes desse sistema, incluindo os subsistemas político, educacional, de pesquisa e pós-graduação e empresarial.

### **3.1 Políticas de incentivo a CTI no Brasil e no mundo**

Desde o final do Século XX, com a diminuição das barreiras tarifárias negociada entre os países que participaram da criação da OMC, a maioria dos países da OCDE passou a adotar uma ampla gama de políticas voltadas à melhoria da competitividade de suas economias. Nos mais diversos países, o poder de intervenção estatal na esfera econômica foi limitado pela crise fiscal e pela dificuldade de realizar investimentos na modernização de suas infraestruturas produtivas. As dificuldades enfrentadas pelo Estado-Nação, contudo, não significam a abstenção de seu papel fundamental na definição e implementação de

---

<sup>3</sup> Sobre o mapeamento de atores relevantes do SNCTI, conferir série de documentos técnicos publicados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010a, 2010b, 2010c).

políticas públicas. Ao contrário, a experiência histórica mostra que praticamente todos países desenvolvidos, e aqueles que alcançaram êxito em suas estratégias de desenvolvimento, adotaram fortes políticas industriais, científicas, tecnológicas e de comércio exterior.

As políticas implementadas nas últimas décadas suplantaram as antigas políticas industriais baseadas em barreiras tarifárias e generosos incentivos fiscais que visavam proteger setores econômicos específicos da concorrência externa. As novas políticas de competitividade foram constituídas por amplo espectro de ações, incluindo o apoio à inovação tecnológica, ao crescimento e internacionalização das firmas, às exportações e o estabelecimento de barreiras não-tarifárias ao comércio. Essas políticas também empregaram um número maior e mais complexo de ações e instrumentos, associados a ferramentas de política industrial tradicional. Um de seus principais objetivos tem sido a capacitação tecnológica das empresas nacionais por meio de incentivos à P&D e à difusão da cooperação tecnológica em áreas estratégicas. Não por acaso, o acordo que levou a criação da OMC permitiu a continuidade do apoio governamental nas áreas de inovação tecnológica, desenvolvimento regional e meio ambiente. A deflagração tarifária e a diminuição dos incentivos fiscais foram compensadas pelo surgimento de uma nova geração de políticas de desenvolvimento.

De acordo com Cassiolato e Lastres, durante a década de 1990, o apoio à P&D transformou-se no mais importante instrumento de política industrial utilizado pelos países da OCDE. Desde a Segunda Guerra Mundial, o apoio estatal à inovação era concedido principalmente por meio de encomendas tecnológicas e compras governamentais ligadas a grandes programas mobilizadores em áreas como defesa, aeroespacial, energia nuclear e tecnologias da informação. Mais recentemente, além das formas tradicionais, os países avançados passaram a empregar outras medidas voltadas ao desenvolvimento, à difusão e utilização eficiente de novos conhecimentos e tecnologias. Esse esforço resultou na convergência entre políticas científicas, tecnológicas, industriais e de comércio exterior, constituindo as chamadas políticas de inovação. Em geral, essas políticas visavam ao fortalecimento dos sistemas nacionais de inovação por meio de diversas ações, incluindo: formação e capacitação de recursos humanos; estímulo ao estabelecimento de relações Universidade-Empresa; promoção de redes cooperativas de P&D; criação de sistemas de prospecção tecnológica; estabelecimento de regras para partilhar e proteger os direitos de propriedade intelectual; investimento em empresas de base tecnológica; concessão de

incentivos para P&D empresarial; apoio à internacionalização das empresas etc. (CASSIOLATO; LASTRES, 2000, 2001; GUSMÃO, 2002).

É importante notar que os desafios enfrentados pelos países menos desenvolvidos frente à aceleração do processo de globalização são ainda maiores. Além das restrições relacionadas à manutenção do equilíbrio fiscal, os países de industrialização tardia se deparam com a necessidade de investir drasticamente em CTI, sob o risco de se verem condenados a um eterno “atraso tecnológico”. Os países latino-americanos, particularmente, são defrontados às atuais transformações sociais com suas respectivas estruturas produtivas edificadas a partir do modelo de “substituição de importações”. Entre as principais características desse modelo estão a importação de tecnologias maduras para equipar o parque industrial; níveis reduzidos de investimentos em educação, ciência e tecnologia; concentração das atividades de P&D em instituições, laboratórios e universidades públicas; e pouca participação das empresas nos esforços de desenvolvimento tecnológico.

O Brasil não fugiu a tal modelo. A industrialização do País ganhou força apenas na década de 1950 e foi um exemplo típico de substituição de importações liderada pelo Estado com forte participação do Capital estrangeiro. O papel do Estado no processo de industrialização não se restringiu ao controle do mercado de trabalho e tampouco às funções tradicionais de natureza fiscal e monetária ou de provisão de bens públicos. A intervenção estatal foi realizada por meio da definição, articulação e financiamento de grandes blocos de investimento, com implantação da infraestrutura e produção direta dos insumos necessários à industrialização. Esse tipo de política atingiu, pelo menos em parte, os objetivos estabelecidos, gerando taxas de crescimento econômico poucas vezes observadas na história do capitalismo moderno.

De acordo com Salerno e Kubota (2008), por decisões tomadas ainda nos anos 1950, a base produtiva brasileira tornou-se fortemente “multinacionalizada”. A política industrial priorizou a atração de empresas estrangeiras para explorar o mercado interno, sem se preocupar se estas empresas se tornariam bases para exportações ou se desenvolveriam novos produtos no Brasil. Como o estímulo à inovação não fazia parte das políticas governamentais, as atividades de P&D e de engenharia ocorreram quase sempre no exterior. As políticas industriais dos anos 1960/1970 também não incentivaram o projeto local do produto e reforçaram o quadro de mercados fechados, altas taxas de importação, financiamento facilitado para a construção de fábricas e substituição de importações. Além

disso, o fechamento da economia se prolongou por um longo período, prejudicando a competitividade do País em um contexto de rápida transformação da base produtiva internacional.

Na década de 1980, a crise da dívida externa contribuiu para o encerramento da trajetória de crescimento observada anteriormente. A economia se desorganizou em decorrência do colapso das finanças públicas e do esgotamento do modelo de substituição de importações. Como era de se esperar, a indústria se deparou com as dificuldades associadas às intensas mudanças no cenário mundial: concorrência acirrada, ritmo mais intenso das mudanças tecnológicas e consequentes transformações na organização e dinâmica dos setores produtivos. Desde então, a estrutura produtiva brasileira tem enfrentado o grande desafio de promover sua reestruturação em direção às mudanças desencadeadas pela revolução tecnológica em curso (MACIEL, 1999).

O calcanhar de Aquiles do desenvolvimento da indústria brasileira foi explicitado da seguinte forma por Cassiolato:

[...] uma das principais características do processo de industrialização brasileiro foi a sua recorrência às tecnologias importadas, aliada à dificuldade da economia brasileira de gerar internamente um núcleo endógeno de desenvolvimento tecnológico ou um Sistema Nacional de Inovações. De fato, com poucas exceções, as empresas industriais brasileiras não estabeleceram capacitação tecnológica e inovativa que as permitisse desenvolver novos produtos e processos. O esforço tecnológico acumulado ao longo do processo de substituição de importações limitou-se àquele necessário à produção propriamente dita (CASSIOLATO, 2001, p.14).

Desde cedo, a insuficiente capacitação das empresas brasileiras o desenvolvimento de novos produtos e processos, aliada à ausência de um padrão nítido de especialização da indústria e à sua deficiente integração ao mercado internacional, comprometeram o dinamismo do processo de industrialização. Inicialmente, esses fatores não foram considerados por governantes e empresários como obstáculos significativos ao crescimento econômico e apenas recentemente foram reconhecidos pela sociedade como importantes gargalos ao desenvolvimento do País.

No início da década de 1990, com o aprofundamento da crise econômica, o governo de Collor de Melo iniciou uma política de abertura econômica e uso das importações como forma de combate à inflação. Frente às mudanças no cenário internacional, a abertura da economia era praticamente inevitável, porém, da forma como foi realizada, seus resultados são questionáveis. O fato é que o governo empreendeu a liberalização de forma

excessivamente abrangente e precipitada, atingindo de forma indiferenciada setores com diferentes níveis de competitividade. O resultado foi a desestruturação de empresas e setores que poderiam melhorar sua competitividade, caso a liberalização fosse realizada de forma mais cautelosa e acompanhada da contrapartida de abertura de mercados externos aos produtos nacionais.

Com a implementação do Plano Real, em meados dessa década, as políticas de estabilização monetária, ajuste fiscal, privatizações, abertura e desregulamentação econômica passaram a ser vistas como condições necessárias e suficientes para o desenvolvimento econômico e industrial. De modo geral, as reformas econômicas desse período foram realizadas sem a preocupação de priorizar a capacidade de inovação das empresas locais e tiveram impactos importantes no sistema nacional de inovação. Na ausência de uma participação efetiva do setor privado no esforço de inovação, as estratégias priorizadas pelo Estado parecem ter se apoiado na crença de que a tecnologia havia se “globalizado” e que o investimento estrangeiro seria condição suficiente para a modernização do parque produtivo nacional. Porém, ao contrário do que estabelecia a retórica neoliberal, longe de se tornarem-se “globais”, conhecimento e inovação têm se materializado cada vez mais como componentes estratégicos de cunho localizado.

### **3.1.1 Tendências mundiais em P&D**

Existe um consenso de que o esforço de um país para incentivar a produção de conhecimento e inovações pode ser medido, pelo menos em parte, pela quantidade de recursos que os setores público e privado investem em atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Sendo o dinheiro o equivalente universal da produção e circulação de mercadorias na economia capitalista, ele também é o principal instrumento de apoio à geração de conhecimento, ciência, tecnologia e inovação. Por isso, o investimento em P&D ganha cada vez mais relevância dentro da estratégia competitiva dos mais diversos países.

De acordo com o *Relatório Unesco sobre Ciência 2010*, a emergência de novos atores de peso na economia global está alterando a distribuição dos esforços mundiais de P&D. De modo geral, a entrada em cena de países como China, Coréia do Sul, Índia e Brasil tem contribuído para a criação de um ambiente global mais competitivo e a gradual transformação de um mundo Tripolar – com enorme concentração das atividades de CTI nos Estados Unidos, Japão e principais países da União Europeia - em um mundo multipolar,

com um número crescente de centros de pesquisa públicos e privados espalhados em diferentes localidades do Norte e do Sul do planeta.

No capítulo introdutório do relatório da Unesco, Hugo Hollanders e Luc Soete (2010) notaram que o período de 1996 a 2007 foi caracterizado pelo rápido crescimento econômico global, com aumento real do PIB mundial *per capita* a taxas anuais de 1,88%. As maiores taxas de crescimento foram observadas nos países da Ásia do Leste e Pacífico (5,85%), Europa e Ásia Central (4,87%) e Ásia do Sul (4,61%). Contudo, a partir de 2008, o crescimento econômico mundial desacelerou em decorrência da crise financeira internacional. Com o aprofundamento da crise e a necessidade de manter o equilíbrio fiscal, muitos países desenvolvidos revisaram suas políticas de CTI e restringiram recursos para P&D. Em sentido contrário, alguns países em desenvolvimento ampliaram os estímulos concedidos à formação de recursos humanos e às atividades de P&D, combinando políticas de desenvolvimento científico e tecnológico com reformas institucionais voltadas à melhoria de seus respectivos sistemas de inovação.

Hollanders e Soete destacam que o período de 1995 a 2005 foi marcado pela ampliação do acesso às novas tecnologias digitais, que aceleraram a difusão de melhores práticas tecnológicas e revolucionaram a organização das atividades de pesquisa, facilitando a criação de centros de P&D em diversos países do mundo. A ampliação do acesso ao conhecimento também propiciou o desenvolvimento de matrizes institucionais globais, configurando novos campos de interações e de transferência de tecnologia por meio do Capital e das organizações. Instituições como a OMC, por exemplo, passaram a contribuir fortemente para a organização de fluxos comerciais, de investimentos e de direitos de propriedade intelectual. Por outro lado, grandes países em desenvolvimento - como Brasil, China, Índia, México e África do Sul - vivenciaram um rápido processo de crescimento econômico e de atualização em termos de produção de conhecimento, consolidando e ampliando capacitações científicas e tecnológicas locais (HOLLANDERS; SOETE, 2010).

Os autores também notaram que, pelo menos até 2010, a crise econômica mundial parecia desafiar o predomínio das grandes potências mundiais, pois, enquanto Estados Unidos e Europa permaneciam em recessão, empresas de países em desenvolvimento estavam ampliando sua participação na cadeia mundial de valor agregado. Se, no passado, esses países serviram apenas como repositório para o suprimento de atividades manufatureiras de países desenvolvidos, muitos deles passaram a promover o

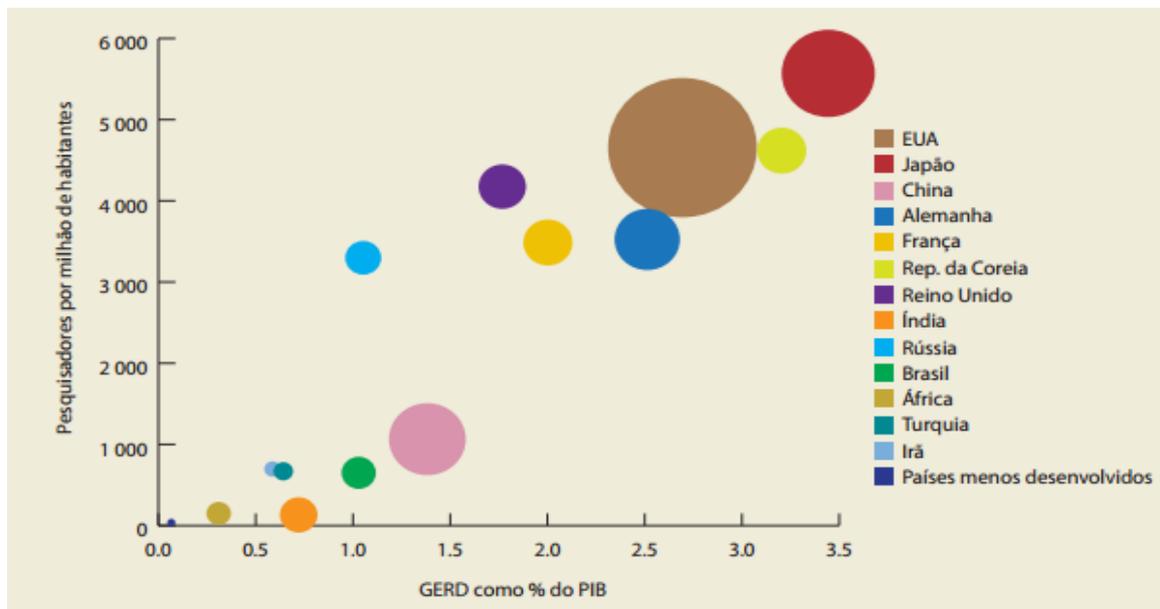
desenvolvimento autônomo de novos conhecimentos e tecnologias. Em resumo, na década passada o crescimento intensivo em conhecimento não ficou restrito aos países altamente desenvolvidos da OCDE, mas ocorreu também nos BRICS e em outros países do G-20. Ao mesmo tempo, a distribuição desigual da pesquisa e da inovação se manteve como tendência dominante, tendo em vista que o investimento em P&D permaneceu concentrado num pequeno número de localidades situadas em poucos países (HOLLANDERS; SOETE, 2010).

Não existe grande controvérsia na literatura especializada quanto a existência de forte correlação entre a riqueza das nações e os investimentos nacionais em P&D. Durante décadas, o investimento nessas atividades ficou concentrado em poucas economias altamente industrializadas e, até meados da década de 1990, mais de 90% do gasto mundial em P&D era realizado por apenas sete países da OCDE – Estados Unidos, Japão, Alemanha, França, Reino Unido, Itália e Canadá. Ao longo do século XX, foram se acumulando grandes diferenças de crescimento entre, de um lado, um pequeno grupo de países ricos e desenvolvidos e, de outro, um conjunto bem mais amplo de países pobres, subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Atualmente, sabe-se que uma das causas do desenvolvimento desigual entre os países está nos níveis diferenciados de investimento em conhecimento durante longos períodos de tempo.

De acordo com dados da Unesco sobre a distribuição do PIB e do gasto mundial em P&D (GERD) para os países do G-20, em 2002, os dispêndios globais em P&D foram de aproximadamente 1,7% do PIB mundial, patamar que se manteve relativamente estável nos anos seguintes. Os dados evidenciaram que os países da Tríade, especialmente Estados Unidos e Japão, contribuíam muito mais para a GERD do que para o PIB mundial, ao contrário de países como Índia, Brasil, México e Rússia, que contribuíam mais para a geração de riqueza do que para os dispêndios em P&D. Contudo, em apenas cinco anos, houve uma alteração na distribuição do investimento mundial em P&D resultante, principalmente, da ampliação do esforço de países asiáticos - como China, República da Coreia e Índia- combinada com a estabilização do investimento de países da Tríade. Assim, entre 2002 e 2007, a participação dos Estados Unidos na GERD mundial caiu de 35,1% para 32,6% e a da União Europeia reduziu-se de 26,1% para 23,1%, puxada pela diminuição do peso de França, Reino Unido e Alemanha. Por outro lado, a participação da China na GERD mundial aumentou de 5,0% para 8,9%, bem mais do que sua contribuição para o PIB

mundial, que passou de 7,9% para 10,7%. A Coreia também apresentou forte crescimento do investimento em pesquisa e, em 2007, sua participação nos dispêndios mundiais em P&D (3,6%) já era bem superior à sua contribuição para o PIB mundial (1,9%) (HOLLANDERS; SOETE, 2010).

Figura 1 - Investimento global em P&D em termos absolutos e relativos, em países e regiões selecionadas (2007)



Fonte: Unesco (2010), Figura 2, p.10.

A Figura 1, retirada do relatório da Unesco, representa o investimento global em P&D, em termos absolutos e relativos, de países e regiões selecionadas no ano de 2007. A imagem ajuda a compreender a realidade mundial, pois revela a forte correlação existente entre intensidade do gasto em P&D e capital humano. Primeiramente, observa-se a grande vantagem de países da Tríade - Japão, EUA, Alemanha, França, Reino Unido - em termos de volume de investimentos e quantidade de pesquisadores. A figura também torna claramente perceptível o resultado do impressionante esforço realizado pela República da Coreia nas últimas décadas. Por outro lado, verifica-se que grandes países em desenvolvimento - como Rússia, China, Brasil e Índia - possuíam participação significativa no investimento global em P&D, enquanto países menos desenvolvidos contribuíam muito pouco para esse tipo de investimento.

O estudo da Unesco revelou que, entre 2002 e 2007, a participação dos países em desenvolvimento no total mundial de pesquisadores aumentou de 30% para 38% e que apenas a China foi responsável por quase 2/3 desse crescimento. Assim, em pouco tempo, a China se aproximou dos Estados Unidos e da União Europeia e, no final do período, cada

um dos três possuía aproximadamente 20% dos pesquisadores do mundo. Em conjunto com Japão e Rússia, esse grupo de países concentrava cerca de 75% dos pesquisadores, apesar de reunirem apenas 35% da população mundial. Em contraste, grandes países e continentes inteiros possuíam pequena participação no total mundial de pesquisadores - como Índia (2,2%), América Latina (3,5%) e África (2,2%) (HOLLANDERS; SOETE, 2010).

Mesmo após o surgimento crise econômica e financeira mundial, o financiamento a P&D continuou expandindo-se globalmente. Essa tendência parece decorrer do reconhecimento de governos e empresas de diversos países sobre a importância das atividades de CTI para o desenvolvimento econômico e social. Nesse contexto, muitos países estão ampliando seus esforços de formação de recursos humanos qualificados para a realização de atividades de P&D. Além disso, observa-se o crescimento da competição entre os países para atraírem cientistas do exterior e manterem seus melhores pesquisadores dentro de suas fronteiras.

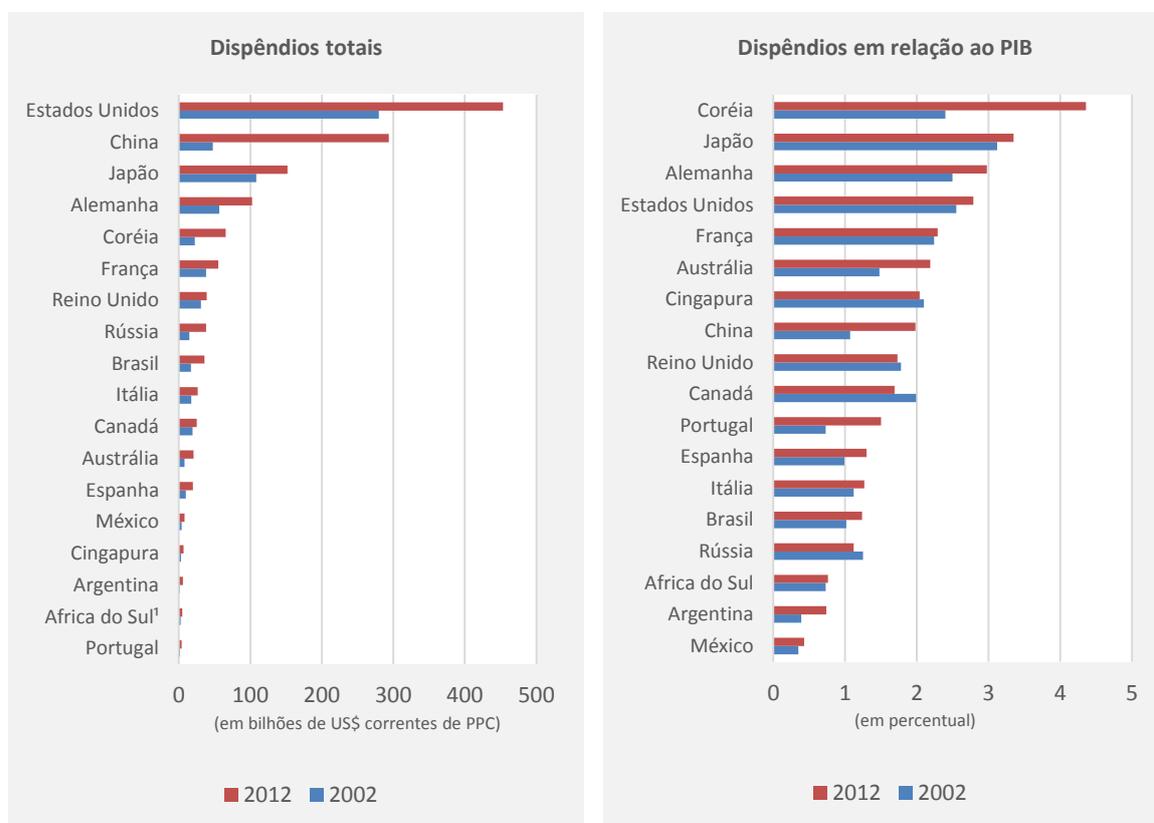
**Tabela 1 - Dispendios nacionais em P&D de países selecionados (2002 e 2012)**

Países selecionados	Dispendios totais (em bilhões de US\$ correntes de PPC)			Dispendios em relação PIB (em percentual)			Dispendios <i>per capita</i> (em US\$ 1,00 correntes de PPC)			Dispendios por pesquisador (em mil US\$ correntes de PPC)		
	2002	2012	Δ%	2002	2012	Δ%	2002	2012	Δ%	2002	2012	Δ%
África do Sul	2,6	4,7	82%	0,7	0,8	0,03	57,0	92,0	61,2%	180,2	231,3	28,3%
Alemanha	56,7	102,2	80%	2,5	3,0	0,48	686,9	1.248,1	81,7%	203,2	293,4	44,4%
Argentina	1,2	5,4	366%	0,4	0,7	0,35	31,1	132,6	326,4%	56,3	105,6	87,6%
Austrália	7,9	20,5	158%	1,5	2,2	0,71	412,5	912,7	121,3%	120,4	206,5	71,5%
<b>Brasil</b>	<b>16,8</b>	<b>35,6</b>	<b>113%</b>	<b>1,0</b>	<b>1,2</b>	<b>0,22</b>	<b>95,1</b>	<b>181,3</b>	<b>90,7%</b>	<b>219,9</b>	<b>231,8</b>	<b>5,4%</b>
Canadá	19,1	24,8	30%	2,0	1,7	-0,30	610,6	711,0	16,4%	166,1	157,3	-5,3%
China	47,5	293,5	518%	1,1	2,0	0,91	37,0	216,8	486,3%	47,0	209,1	345,0%
Cingapura	3,0	6,7	124%	2,1	2,0	-0,06	725,2	1.269,6	75,1%	148,8	197,2	32,5%
Coréia	22,5	65,4	191%	2,4	4,4	1,96	472,6	1.307,8	176,7%	171,4	207,2	20,9%
Espanha	9,8	19,6	99%	1,0	1,3	0,31	237,4	423,6	78,4%	101,7	154,3	51,6%
Estados Unidos	279,9	453,5	62%	2,6	2,8	0,24	972,0	1.443,1	48,5%	276,6	342,5	23,8%
França	38,2	55,4	45%	2,2	2,3	0,05	619,3	845,9	36,6%	202,0	214,0	5,9%
Itália	17,3	26,3	52%	1,1	1,3	0,15	302,1	432,2	43,0%	230,9	237,5	2,8%
Japão	108,2	151,7	40%	3,1	3,4	0,23	849,0	1.189,5	40,1%	152,5	234,7	53,9%
México	3,6	8,1	122%	0,4	0,4	0,08	35,6	69,7	95,7%	155,4	174,7	12,4%
Portugal	1,5	4,1	181%	0,7	1,5	0,77	140,2	385,8	175,3%	79,2	80,5	1,6%
Reino Unido	30,6	39,1	28%	1,8	1,7	-0,05	516,5	613,9	18,9%	163,5	154,8	-5,3%
Rússia	14,6	37,9	160%	1,3	1,1	-0,13	100,2	264,6	164,1%	20,7	85,4	311,7%

**Fonte:** Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Main Science and Technology Indicators, 2015/1 e Brasil: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração do autor com dados publicados pela CGIN/MCTI, Tabelas 8.1.1, 8.1.2, 8.1.3 e 8.1.4, disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2076.html>. Consultado em agosto de 2015. Nota: PPC – Paridade do Poder de Compra.

A Tabela 1 apresenta os dispêndios nacionais em P&D de dezoito países selecionados, em 2000 e 2012, em Paridade do Poder de Compra (PPC). Considerando as grandes diferenças econômicas, demográficas e sociais existentes entre os países, é importante relativizar os valores dos dispêndios com base nas principais características de cada país. Nesse sentido, a tabela também fornece as informações dos dispêndios nacionais em relação ao PIB, *per capita* e por pesquisador. Esse conjunto de indicadores tem a vantagem de permitir uma comparação mais realista sobre a importância que cada país atribui ao investimento em P&D.

**Gráfico 1 - Dispêndios nacionais em P&D de países selecionados em valores absolutos e em relação ao PIB (2002 e 2012)**



**Fonte:** Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Main Science and Technology Indicators, 2015/1 e Brasil: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração do autor com dados publicados pela CGIN/MCTI, Tabelas 8.1.1 e 8.1.2, disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2076.html>. Consultado em agosto de 2015. Nota: PPC – Paridade do Poder de Compra.

Os dados evidenciam grande desigualdade entre o volume de investimento realizado por cada nação e forte concentração dos dispêndios em poucos países desenvolvidos e em desenvolvimento. Como se sabe, historicamente, os Estados Unidos é o país que mais investe em P&D. Em dez anos, o investimento americano aumentou 62% e passou de US\$ 280 bilhões para mais de US\$ 453 bilhões. Além dos Estados Unidos, apenas China, Japão e

Alemanha investiram mais de US\$ 100 bilhões em P&D no ano de 2012. Observa-se que as principais economias do mundo investem fortemente em P&D e que, mesmo após a crise internacional, esses países continuaram ampliando seus esforços de investimento. Verifica-se, portanto, a hipótese de que este tipo de investimento faz parte da estratégia competitiva desses países, visando à manutenção ou ampliação de sua liderança científica e tecnológica em relação às demais economias do mundo.

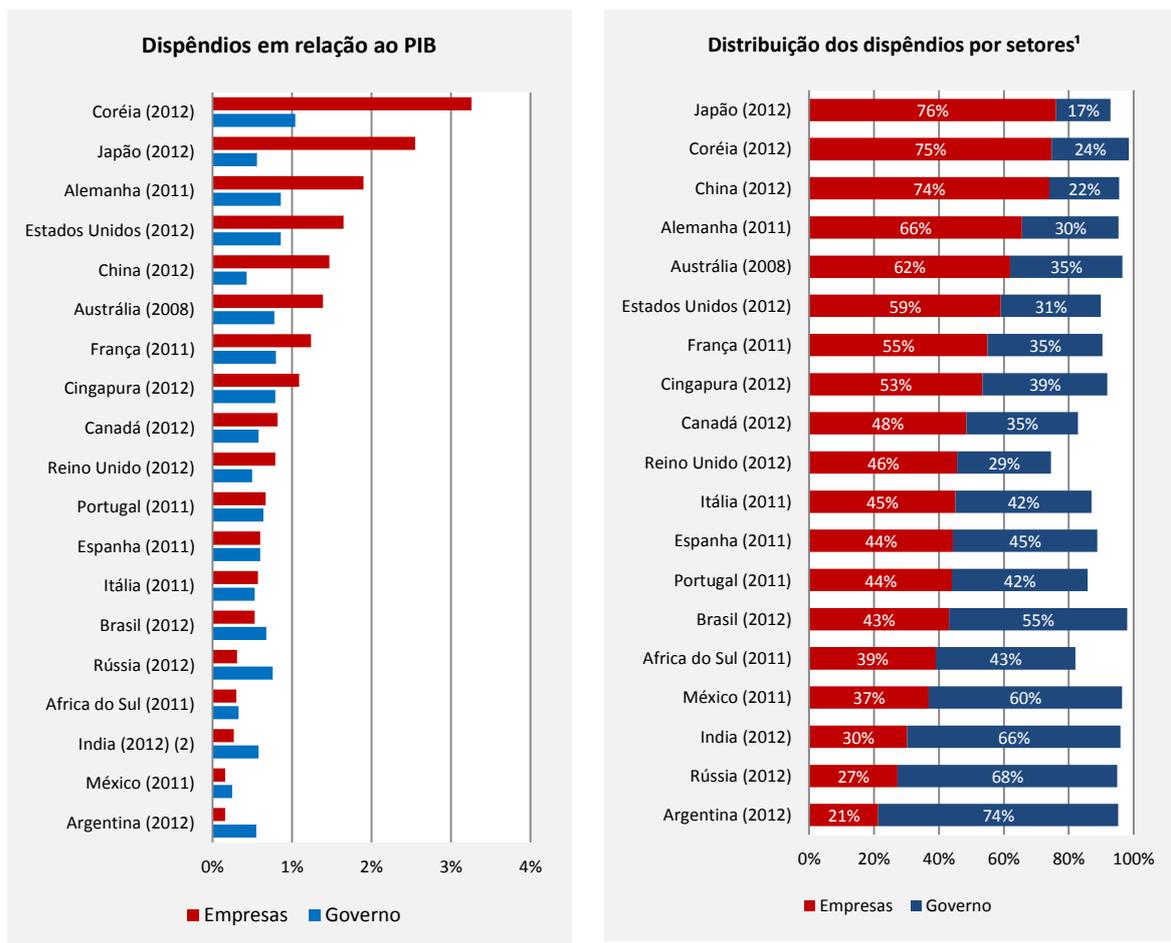
O Gráfico 1 mostra os dispêndios em P&D dos países selecionados, em valores absolutos e como percentual do PIB, hierarquizados pelos maiores valores de 2012. Acompanhando as tendências apontadas anteriormente, verifica-se que alguns países desenvolvidos - como França, Reino Unido, Itália e Canadá - apresentaram crescimento relativamente modesto de seus dispêndios no período em análise. Aparentemente, os esforços de pesquisa do Reino Unido e do Canadá foram particularmente impactados pela crise econômica, tendo em vista que houve redução dos dispêndios realizados em relação ao PIB. Por outro lado, países como China, República da Coreia e Austrália tiveram forte crescimento de seus investimentos em P&D.

Nos últimos vinte e cinco anos, a China apresentou elevadas taxas de crescimento econômico e se tornou a principal potência emergente do mundo. Entre 2002 e 2012, o investimento do país em P&D aumentou 518%, passando de US\$ 47,5 bilhões para US\$ 293,5 bilhões. Com essa evolução impressionante, os dispêndios chineses passaram de 1,1% para 2,1% do PIB, alcançando patamar próximo ao praticado por países desenvolvidos no início da década. Além disso, os dispêndios *per capita* e por pesquisador também aumentaram significativamente. Como será visto adiante, esse esforço resultou na forte ampliação do contingente de pesquisadores chineses e na melhoria da produção científica e tecnológica nacional. Outro destaque importante é a República da Coreia que, no início da década, já investia 2,4% do PIB em P&D (US\$ 22,5 bilhões). Em poucos anos, o país quase triplicou seus dispêndios, que alcançaram 4,36% do PIB em 2012 (US\$ 65,4 bilhões). Dessa forma, a Coreia tornou-se o país que investe a maior proporção de suas riquezas em P&D.

Os dados disponíveis também revelam que Rússia, Brasil, Itália, Espanha e Portugal realizaram esforços de investimento em P&D relativamente próximos em 2012, variando entre 1,1% e 1,5% do PIB. No entanto, enquanto a Rússia retrocedeu na década anterior, os demais países ampliaram seus esforços de investimento. Destaca-se especialmente o desempenho de Portugal, que mais do que duplicou o percentual do PIB investido em P&D

e ultrapassou os esforços de diversos países. Finalmente, na lanterna da comparação estavam México, África do Sul e Argentina que, apesar de terem ampliado seus dispêndios totais, continuaram destinando menos de 1% do PIB para essas atividades.

**Gráfico 2 - Distribuição dos dispêndios nacionais em P&D de países selecionados financiados por governo e empresas e percentual dos dispêndios em relação ao PIB (em anos mais recentes disponíveis)**



**Fonte:** Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Main Science and Technology Indicators, 2015/1 e Brasil: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração do autor com dados publicados pela CGIN/MCTI, Tabelas 8.1.5 e 8.1.6, disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2076.html>. Consultado em agosto de 2015. Nota: 1) Não inclui o setor privado sem fins lucrativos.

Embora se possa fazer uma correlação positiva entre volume de investimento em P&D e desenvolvimento socioeconômico, esse fator considerado isoladamente não é suficiente para explicar o sucesso na trajetória de desenvolvimento econômico, social, científico e tecnológico de um país. A análise adequada dos sistemas nacionais de CTI deve considerar diversos outros fatores, incluindo a fonte e o destino dos esforços de investimento realizados por cada nação.

O Gráfico 2 apresenta a distribuição dos dispêndios nacionais em P&D realizados por empresas e governos em dezenove países selecionados, em anos mais recentes disponíveis. Os dados mostram claramente que nos países mais desenvolvidos, e naqueles que vêm apresentando melhor desempenho tecnológico, as empresas investem significativamente mais do que o governo em P&D. Em países como Japão, República da Coreia e China, as empresas são responsáveis por aproximadamente 75% dos dispêndios, enquanto na Alemanha, na Austrália e nos Estados Unidos as empresas financiam cerca de 60% dos dispêndios em P&D. Os dados corroboram a hipótese de que nos países detentores de sistemas nacionais de inovação mais dinâmicos, as empresas investem fortemente em pesquisa. Por outro lado, nos países com sistemas de inovação menos consolidados, os governos são os principais responsáveis pelo financiamento das atividades de CTI.

A análise da distribuição dos dispêndios em P&D dos países selecionados traz importantes elementos para análise dos desafios enfrentados pelo Brasil. Em 2012, o esforço de investimento do governo brasileiro em P&D, equivalente a 0,68% do PIB, era superior à média dos esforços realizados pelos governos dos países do G7<sup>4</sup>. Por outro lado, o investimento das empresas brasileiras correspondia a menos de 40% do investimento médio das empresas desse grupo de países e a menos de 20% do investimento das empresas coreanas e japonesas. Conclui-se, portanto, que um dos principais desafios do Brasil é elevar substancialmente o gasto empresarial em P&D. Como em outros países, o Estado brasileiro pode assumir um papel relevante na promoção desses investimentos, por meio da adoção de uma série de incentivos diretos e indiretos.

Os recursos destinados pelos setores público e privado para P&D podem ser executados pelo próprio governo ou por instituições de ensino superior, empresas e entidades privadas sem fins lucrativos. Os indicadores disponíveis sobre os principais setores de execução dos dispêndios nacionais em P&D também corroboram a existência de forte correlação entre P&D empresarial e desenvolvimento. As evidências indicam que nos países desenvolvidos, e naqueles que vêm obtendo êxito em suas estratégias de desenvolvimento, a maior parte dos dispêndios é executada pelas empresas. Em países como Japão, Coreia, China, Estados Unidos e Alemanha mais de 70% dos dispêndios em P&D são realizados pelas empresas. Em contraposição, em países menos desenvolvidos, como Brasil e

---

<sup>4</sup> EUA, Japão, Alemanha, Reino Unido, França, Itália e Canadá (GERD média de 0,67% do PIB).

Argentina, as instituições de ensino superior e o governo são os principais responsáveis pela execução dos recursos destinados a essas atividades.

**Tabela 2 - Dotação orçamentária governamental em P&D de países selecionados (2002 e 2012)**

Países selecionados	Dotação orçamentária em P&D (em US\$ milhões correntes de PPP)		Variação (%) (2002=100)
	2002	2012	
Alemanha	17.769,8	30.174,2	70%
Argentina*	760,5	2.570,6	238%
Austrália	3.269,9	4.759,6	46%
<b>Brasil</b>	<b>6.947,3</b>	<b>13.700,9</b>	<b>97%</b>
Canadá*	5.352,9	8.500,3	59%
Coréia	6.701,1	17.209,5	157%
Espanha	7.323,4	11.610,0	59%
Estados Unidos	103.056,7	140.568,0	36%
França	17.125,4	20.042,9	17%
Itália*	10.459,8	11.166,5	7%
Japão	24.652,7	34.871,2	41%
México*	2.144,4	4.824,5	125%
Portugal	1.272,1	2.507,3	97%
Reino Unido	12.872,8	14.081,3	9%
Rússia	7.166,9	17.720,4	147%

**Fonte:** Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Main Science and Technology Indicators, 2015/1 e Brasil: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração do autor com dados publicados pela CGIN/MCTI, Tabela 8.1.7, disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2076.html>. Consultado em agosto de 2015. Nota: PPC – Paridade do Poder de Compra.

A Tabela 2 apresenta os valores da Dotação Orçamentária Governamental em P&D (GBAORD, na sigla em inglês) de quinze países selecionados, de 2002 e 2012, em US\$ milhões correntes PPC (Paridade do Poder de Compra)<sup>5</sup>. Os dados revelam que os governos de Estados Unidos, Japão e Alemanha, apesar serem responsáveis pela menor parcela dos dispêndios nacionais, destinam grande quantidade de recursos para P&D. Em 2012, o governo americano reservou mais de US\$ 140,6 bilhões de seu orçamento para essas atividades, enquanto os governos japonês e alemão destinaram mais de US\$ 30 bilhões.

<sup>5</sup> Geralmente, os dados do orçamento governamental destinado a P&D (GBAORD) são classificados em categorias relevantes para os formuladores de políticas e estão disponíveis bem antes dos resultados dos levantamentos de P&D. Este tipo de informação tem seu foco nas intenções ou objetivos dos governos que financiam P&D. De acordo com o Manual Frascati: "... O financiamento de P&D é definido em função daquele que financia (incluindo fundos públicos gerais das universidades), que pode ser tratar tanto de previsões (previsão orçamentária ou créditos orçamentários) quanto de dados retrospectivos (orçamento inicial ou despesas reais). Enquanto as estatísticas reais de P&D são coletadas por meio de levantamentos específicos, o financiamento público de P&D deve ser, geralmente, extraído dos orçamentos nacionais, em uma etapa ou outra do processo orçamentário, e estes últimos aplicam seus próprios métodos padronizados nacionais e terminologias normalizadas no plano nacional. Embora os vínculos e os dados de GBAORD tenham sido melhorados nos últimos anos, a análise que resulta será sempre um compromisso entre o que é desejável do ponto de vista de P&D e o que está disponível a partir do orçamento e de outras fontes relacionadas" (OCDE, 2013: 34).

Os Estados Unidos empregam, historicamente, a maior parte dos recursos de P&D no setor de defesa e utilizam o poder de compra do Estado para alavancar projetos mobilizadores de tecnologia militar, que envolvem amplos segmentos da comunidade científica e do setor empresarial. Além de Estados Unidos e Rússia, principais potências militares do planeta, poucos países destinam parcelas significativas de seus orçamentos de P&D a esse setor. Entre os treze países que disponibilizaram essa informação para o ano de 2011, apenas oito alocaram mais de 2% dos recursos para a área militar<sup>6</sup>. Além disso, observa-se uma tendência de redução de recursos para pesquisa militar em alguns deles, sendo que, em dez anos, a participação do setor de defesa no orçamento público de P&D caiu pela metade no Reino Unido e reduziu-se mais de 70% na França.

De modo geral, os indicadores revelam que as taxas crescimento dos recursos governamentais destinados para P&D foram maiores nos países em desenvolvimento do que nos países desenvolvidos. De 2002 a 2012, em valores correntes, a dotação orçamentária em P&D quase dobrou no Brasil e em Portugal e cresceu ainda mais em países como México (125%), Rússia (147%), Coreia (157%) e Argentina (238%). Por outro lado, com exceção da Alemanha, o crescimento dos recursos públicos destinados à pesquisa nos principais países da Tríade foi bem menor - Estados Unidos (36%), Japão (41%), França (17%) e Reino Unido (9%). Desse modo, alguns países em desenvolvimento conseguiram reduzir a diferença em relação aos esforços governamentais dos países líderes, sendo que Rússia e Coreia ultrapassaram o Reino Unido e se aproximaram do esforço francês, enquanto o Brasil ultrapassou Espanha e Itália e alcançou patamar próximo ao praticado pelo governo inglês.

O Gráfico 3 apresenta a distribuição da dotação orçamentária governamental em P&D de treze países selecionados, por objetivos socioeconômicos, em 2011 ou ano mais recente disponível<sup>7</sup>. Verifica-se que os Estados Unidos é o país que, proporcionalmente,

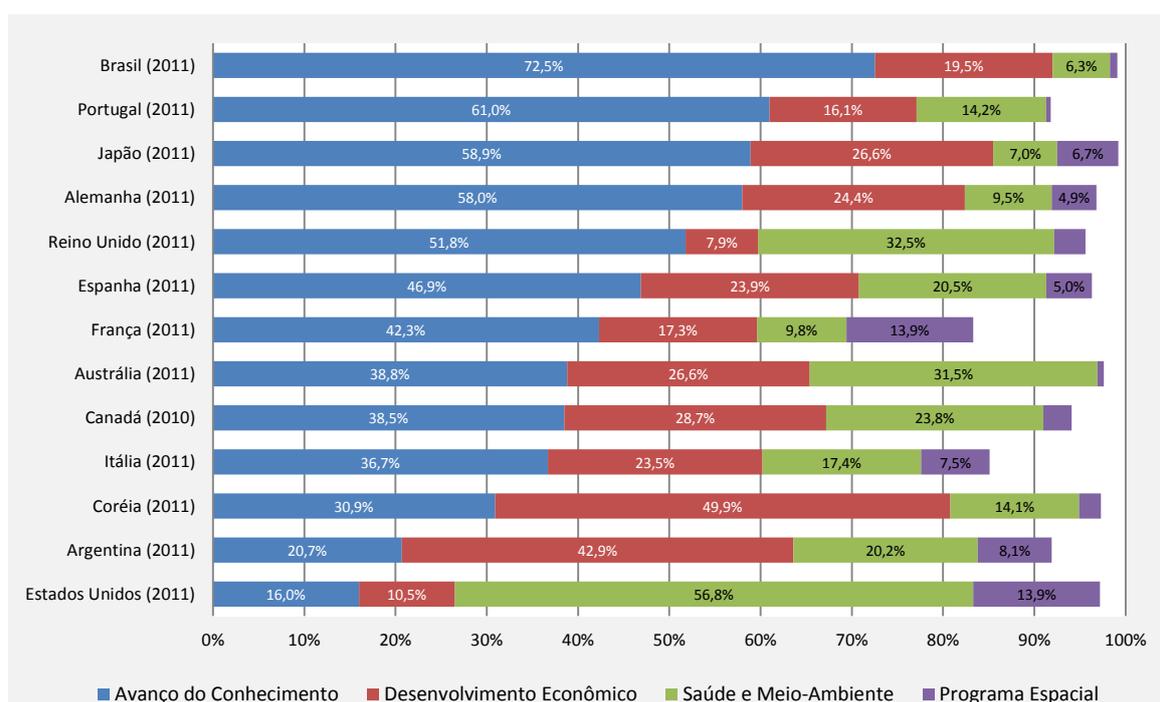
---

<sup>6</sup> Estados Unidos (56,8%), República da Coreia (16,3%), Reino Unido (14,6%), França (6,8%), Austrália (6,8%), Alemanha (3,9%), Canadá (3,2%) e Japão (2,7%). No caso da Rússia, a CGIN/MCTI encontrou dados específicos do GBAORD destinado para o setor de defesa apenas para o período de 2000 a 2003.

<sup>7</sup> Seguindo o Manual Frascati, os dados do GBAORD também são classificados por objetivos socioeconômicos, com a finalidade de ajudar os governos na formulação de suas políticas de CTI. O Manual recomenda a adoção de categorias amplas, de modo que as séries estatísticas possam refletir a importância dos recursos destinados para cada finalidade. A CGIN/MCTI classifica os gastos governamentais dos países em quatro objetivos principais: avanço do conhecimento; desenvolvimento econômico; saúde e meio ambiente; e programa espacial. Porém, o Manual Frascati ressalta que *"... a equivalência nunca é perfeita e esta classificação sempre reflete as intenções de um dado programa sobre o plano da política, mais do que seu conteúdo detalhado. Por esta razão, e por causa das limitações metodológicas relacionadas com o modo de compilação, os dados sobre GBAORD são provavelmente, em termos absolutos, um nível de comparação internacional inferior à maioria das outras séries examinadas neste Manual"* (OCDE, 2013, p. 34).

menos investe no objetivo avanço do conhecimento (16%) e o que mais investe nas áreas de saúde e meio-ambiente (56,8%), enquanto os governos do Japão e Alemanha destinam quase 60% dos recursos para avanço do conhecimento e cerca de 1/4 para desenvolvimento econômico. Ademais, os governos australiano e canadense distribuem recursos de forma mais equilibrada entre os objetivos avanço do conhecimento, desenvolvimento econômico, saúde e meio ambiente.

**Gráfico 3 - Percentual da dotação orçamentária governamental em P&D de países selecionados por objetivo socioeconômico (2011 ou ano mais recente disponível)**



**Fonte:** Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Main Science and Technology Indicators, 2015/1 e Brasil: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração do autor com dados publicados pela CGIN/MCTI, Tabelas 8.1.9, 8.1.10, 8.1.11, 8.1.12, disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2076.html>. Consultado em agosto de 2015

Entre os países selecionados, o governo brasileiro é o que direciona a maior proporção de recursos para avanço do conhecimento (72,5%) e o que menos investe em saúde e meio-ambiente (6,3%). A comparação com os objetivos priorizados pelo governo coreano é bastante sugestiva, tendo em vista que o país vem logrando êxito em sua estratégia de desenvolvimento. Ao contrário do Brasil, a Coréia alocou a maior parte de seu orçamento no objetivo desenvolvimento econômico e deu maior prioridade para saúde e meio-ambiente.

Apesar das limitações metodológicas que permeiam esse tipo de comparação, os objetivos econômicos priorizados pelos governos dos diferentes países podem ser relacionados ao nível de desenvolvimento de seus respectivos sistemas de inovação.

Enquanto nos países que possuem sistemas de inovação maduros os governos distribuem melhor os recursos e estão investindo mais em P&D nas áreas de saúde e meio ambiente, nos países que vivenciam um processo de alavancagem tecnológica os governos investem fortemente no desenvolvimento econômico. Por outro lado, em países com sistemas de inovação pouco consolidados, como no caso brasileiro, os governos alocam a maior parte de seus orçamentos em universidades e outras instituições públicas de pesquisa.

### 3.1.2 A política nacional de CTI no Século XXI

O final da década de 1990 foi marcado pela retomada das discussões para a elaboração de uma Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (PNCTI) para o Brasil, materializadas na elaboração do chamado *Livro Verde da Ciência, Tecnologia e Inovação* (MCT; ABC; 2001). Este documento, que contou com a contribuição de mais de uma centena de especialistas, traçou um panorama sobre os principais desafios para o desenvolvimento científico e tecnológico do País e serviu de base para os debates ocorridos na 2ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (CNCTI). Realizada em setembro de 2001, dezesseis anos após a primeira edição, a conferência envolveu a participação ativa dos principais atores do SNCTI e foi fundamental para a definição da nova PNCTI.

Os resultados da 2ª CNCTI foram resumidos no *Livro Branco de Ciência, Tecnologia e Inovação* (MCT/CGEE, 2002), que identificou os desafios, objetivos e diretrizes estratégicas da PNCTI para os dez anos seguintes. A política proposta colocou a inovação tecnológica no centro das discussões sobre os desafios enfrentados pelo Brasil e tinha os seguintes objetivos: 1) criar um ambiente favorável à inovação no País; 2) ampliar a capacidade de inovação e expandir a base científica e tecnológica nacional; 3) consolidar, aperfeiçoar e modernizar o aparato institucional de CTI; 4) integrar todas as regiões ao esforço nacional de capacitação para CTI; 5) desenvolver uma ampla base de apoio e envolvimento da sociedade brasileira na PNCTI; 6) transformar CTI em elemento estratégico da política de desenvolvimento nacional (MCT; CGEE, 2002, p. 36).

A principal meta proposta pela PNCTI era aumentar, em dez anos, os dispêndios nacionais em P&D para 2% do Produto Interno Bruto (PIB). Desse modo, o País deveria alcançar um patamar de investimento próximo ao praticado nessa época pelos países da OCDE. Para a consecução dos objetivos propostos, foram definidas nove diretrizes

estratégicas, eram elas: i) implantar um efetivo Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (SNCTI); ii) promover a inovação para aumentar a competitividade e a inserção internacional das empresas brasileiras; iii) ampliar de forma sustentada os investimentos em CTI; iv) expandir e modernizar o sistema de formação de pessoal para CTI; v) ampliar, diversificar e consolidar a capacidade de pesquisa básica no País; vi) modernizar e consolidar instituições e procedimentos de gestão da política de CTI e os mecanismos de articulação com as demais políticas públicas; vii) educar para a sociedade do conhecimento; viii) intensificar e explorar novas oportunidades de cooperação internacional em CTI; ix) ampliar a dimensão estratégica das atividades de CTI (CGEE; 2002, p. 49).

Uma das principais mudanças efetuadas pela nova PNCTI foi a implementação dos Fundos de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, conhecidos como “fundos setoriais”. Entre 1997 e 2002, foram instituídos os fundos de Petróleo e Gás Natural (CT-Petro), Mineral (CT-Mineral), Transportes (CT-Transportes), Infraestrutura (CT-Infra), Interação Universidade-Empresa (CT-Verde Amarelo), Agronegócio (CT-Agro), Biotecnologia (CT-Biotecnologia), Saúde (CT-Saúde), Aeronáutico (CT-Aeronáutico), Recursos Hídricos (CT-Hidro), Energia (CT-Energ), Espacial (CT-Espacial), Tecnologia da Informação (CT-Info) e Telecomunicações (Funtel).

Criados no contexto da desregulamentação econômica e das privatizações promovidas pelo Governo Fernando Henrique Cardoso, os fundos setoriais constituíram uma nova proposta de financiamento das atividades de CTI no Brasil, sustentada por receitas adicionais ao orçamento fiscal da União. As receitas dos fundos tiveram origem em diversas fontes, incluindo *royalties*, compensação financeira sobre uso de recursos naturais e parcela da receita de empresas beneficiárias de incentivos fiscais, licenças e autorizações concedidas pelo governo federal. Com exceção do Funtel, os recursos captados foram alocados no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e deixaram de ser recolhidos ao Tesouro Nacional no final de cada exercício, mantendo seu saldo disponível para aplicação em exercícios posteriores.

Ao instituir os fundos setoriais, o governo visava garantir a ampliação e a estabilidade do financiamento para a área e, simultaneamente, criar um novo modelo de gestão para a PNCTI, fundado na participação de diversos atores sociais, no estabelecimento de estratégias de longo prazo e na definição de prioridades com foco em resultados. Esse esforço estava calcado na vontade de superar gargalos históricos do SNCTI, entre eles a necessidade de:

modernizar e ampliar a infraestrutura de C&T, reduzindo as desigualdades regionais; promover maior sinergia entre universidades, centros de pesquisa e empresas; criar novos incentivos ao investimento privado em P&D; estimular a geração de conhecimento e de inovações em áreas consideradas estratégicas para o País.

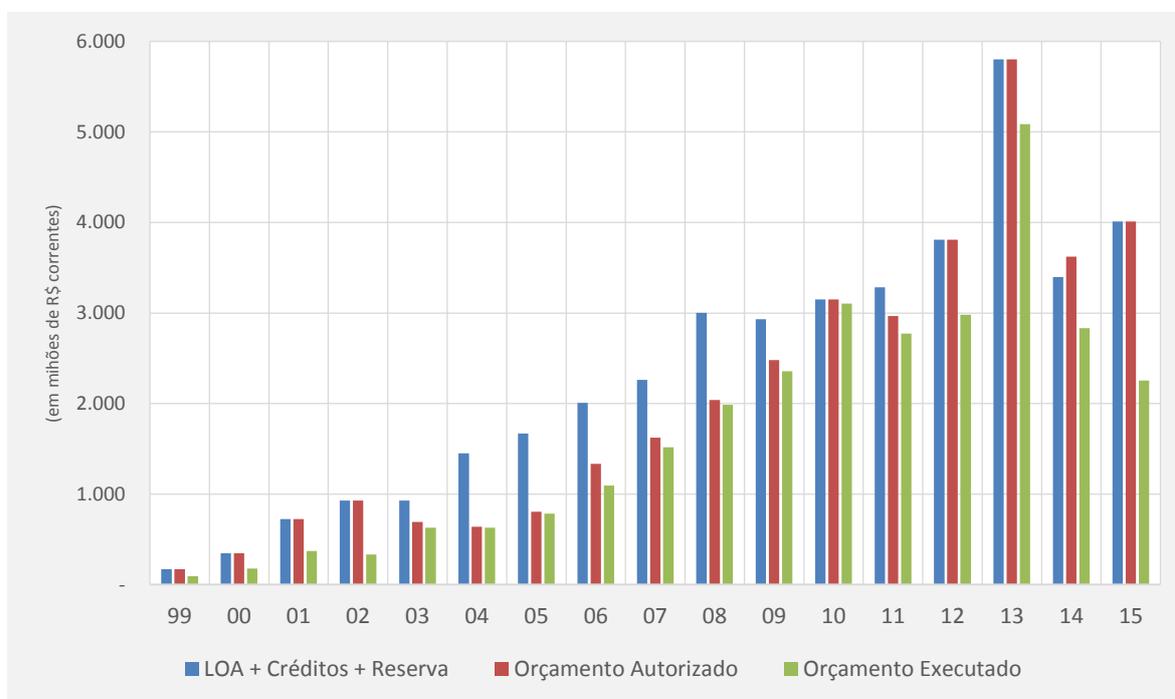
Os fundos foram concebidos com características que buscavam garantir a consecução dos objetivos propostos, entre elas: vinculação de receitas por meio da determinação legal de que os recursos fossem aplicados no setor no qual se originam, com exceção do CT-Infra e do CT-Verde Amarelo, que possuíam caráter transversal; destinação de percentuais mínimos de aplicação dos recursos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (de pelo menos 30%); aplicação plurianual, permitindo a programação de ações e projetos com duração superior a um exercício fiscal; gestão compartilhada, por meio da constituição Comitês-Gestores formados por representantes de ministérios, agências reguladoras, comunidade científica e setor empresarial; e programas integrados, permitindo a utilização dos recursos em projetos que estimulassem toda a cadeia do conhecimento, da ciência básica a inovação tecnológica.

Desde o princípio, supunha-se que o sucesso da implementação dos fundos setoriais estava condicionado à uma série de fatores. Em primeiro lugar, era fundamental que seus recursos constituíssem efetivamente um aporte adicional ao orçamento destinado para a área de C&T. Se estes recursos simplesmente substituíssem o orçamento do Tesouro Nacional, o avanço seria limitado. Em segundo lugar, era importante que os instrumentos utilizados alavancassem a participação do setor privado no financiamento dos dispêndios nacionais em PDI. Os investimentos também deveriam priorizar o estabelecimento de parcerias entre empresas e instituições de pesquisa e a formação de redes de cooperação em diferentes níveis. Além disso, a desconcentração regional dos investimentos e a realização de atividades de planejamento prospectivo, monitoramento e avaliação das ações financiadas eram elementos essenciais para que os objetivos propostos fossem alcançados (RIBEIRO, 2003).

O Gráfico 4 apresenta a execução orçamentária do FNDCT, em milhões de reais correntes, no período de 1999 a 2015. Observa-se que, até 2012, a previsão orçamentária do fundo cresce progressivamente, passando de R\$ 171 milhões para R\$ 3.810 milhões. Nos quatro primeiros anos, o orçamento foi integralmente autorizado, porém a execução foi relativamente baixa, em função da adequação dos instrumentos para implementação das

ações e projetos financiados. De 2003 a 2009, ao contrário do planejado na criação dos fundos setoriais, o governo passa a contingenciar sistematicamente os recursos alocados no FNDCT sendo que, em 2004 e 2005, mais da metade dos recursos previstos no orçamento são alocados na chamada “reserva de contingência”. A partir de 2006, no contexto da reeleição do Presidente Lula, o contingenciamento é progressivamente reduzido e apenas no último ano de seu governo, em 2010, o orçamento é integralmente executado. Ao longo dos anos, com o crescimento da arrecadação dos fundos setoriais, os recursos do FNDCT passaram a ser utilizados para financiar ações custeadas anteriormente com recursos do Tesouro Nacional, como o Edital Universal do CNPq e despesas das Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais vinculadas ao MCTI.

**Gráfico 4 - Execução orçamentária do FNDCT (1999-2015)**



**Fonte:** Secretaria Executiva do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (SEXEC/MCTI). Elaboração do autor.

A partir de 2012, mesmo sem utilizar o artifício da reserva de contingência, o Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) começou a impor constantes limites de empenho para os recursos alocados no FNDCT, prejudicando sua execução orçamentária. Outro fato importante que impactou negativamente o fundo foi a redução da arrecadação do CT-Petro, sua principal fonte de recursos, resultante da regulamentação do

Fundo Social do Pré-Sal<sup>8</sup>. Por outro lado, desde 2013, o MCTI destinou quantidades significativas de recursos para o programa Ciências sem Fronteiras. Para compensar essas perdas, o governo realizou uma suplementação de recursos no fundo em 2013, destinados principalmente para operações de crédito realizadas pela Finep. De modo geral, a situação orçamentária do FNDCT no final do período era extremamente preocupante, em função do déficit resultante do elevado número de projetos contratados em anos anteriores e da falta de perspectivas para recomposição dos recursos perdidos pelo CT-Petro.

É importante ressaltar que, desde meados da década de 2000, o modelo de gestão dos fundos setoriais sofreu diversas alterações que descaracterizaram a proposta concebida no momento de sua criação. Em primeiro lugar, logo no início do Governo Lula, a coordenação dos Comitês Gestores dos fundos foi retirada do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e centralizada na Secretaria Executiva do MCTI. Assim, o CGEE, que havia sido criado justamente para gerenciar o processo de planejamento, acompanhamento e avaliação dos fundos, perdeu uma de suas principais atribuições institucionais. Além disso, a partir de 2006, com o argumento de que muitas ações e projetos não se enquadravam adequadamente nos setores definidos pela legislação, uma parcela dos recursos passou a ser destinada para as chamadas “ações transversais”.

Em tese, a definição e aprovação das ações transversais deveriam passar pelo Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais (CCF), presidido pelo Secretário Executivo do MCTI e composto pelos presidentes dos fundos “verticais”<sup>9</sup>. Na prática, a institucionalização dessas ações concedeu mais discricionariedade à alta administração do Ministério e às agências de fomento para alocação de recursos dos fundos. O montante de recursos do FNDCT destinados às ações transversais cresceu continuamente e, em alguns anos, superou o total

---

<sup>8</sup> A distribuição entre os entes da federação dos *royalties* e da participação especial devidos em função da produção de petróleo, de gás natural e de outros hidrocarbonetos fluidos foi alterada pela Lei nº 12.734, de 30 de novembro de 2012. Posteriormente, a destinação de recursos do Fundo Social do Pré-Sal para as áreas de educação e saúde foi regulamentada pela Lei nº 12.858, de 9 de setembro de 2013. De acordo com o Art. 3º da referida Lei, os recursos dos *royalties* e da participação especial destinados à União, provenientes de campos sob o regime de concessão, de que trata a Lei nº 9.478/97 (que criou o CT-Petro), cuja declaração de comercialidade tenha ocorrido antes de 3 de dezembro de 2012, quando realizada no horizonte geológico denominado pré-sal, serão integralmente destinados aos Fundo Social previsto no art. 47 da Lei nº 12.351/10 (Fundo Social do Pré-Sal).

<sup>9</sup> As mudanças na gestão do FNDCT e no processo de definição e aplicação dos recursos dos Fundos Setoriais foram regulamentadas mais tarde, por meio da Lei n.º 11.540/07 e do Decreto nº. 6.938/09. Entre as alterações promovidas destacam-se: (a) a criação do Conselho Diretor, presidido pelo Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia; (b) a institucionalização das ações transversais e do Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais – CCF; e (c) a institucionalização do plano de investimento anual do FNDCT.

de recursos alocados nas ações verticais. Por outro lado, os Comitês Gestores, que deveriam funcionar como *locus* preferencial de planejamento, definição, acompanhamento e avaliação das ações financiadas com recursos dos fundos setoriais, perderam progressivamente essas atribuições.

Em setembro de 2005, foi realizada a 3ª CNCTI, precedida por Seminários Temáticos Preparatórios e por cinco Conferências Regionais. As conclusões e recomendações da conferência serviram de subsídio para a revisão da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (PNCTI)<sup>10</sup>. No final de 2007, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) lançou o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação - PACTI, que definiu os principais objetivos, prioridades e metas da PNCTI para o período de 2007 a 2010. Em sua concepção, as ações do PACTI deveriam ser articuladas com outros planos de ação elaborados no âmbito do Governo Federal, incluindo o Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), a Política de Desenvolvimento da Saúde e a Política de Desenvolvimento da Agropecuária (MCT, 2010).

A política proposta partia de quatro premissas básicas sobre o papel desempenhado contemporaneamente pela CTI no desenvolvimento das nações: 1) existe forte correlação entre o grau de desenvolvimento de um país e seu esforço em CTI; 2) os países desenvolvidos têm forte atividade de PDI nas empresas; 3) alguns países conseguiram mudar seu padrão de desenvolvimento econômico por meio de políticas industriais articuladas com políticas de CTI; 4) o Brasil encontrava-se numa posição “intermediária” no mundo em termos econômicos e científicos, e possuía “massa crítica” para se aproximar gradualmente dos níveis tecnológicos dos países desenvolvidos. O diagnóstico constatava que, em relação a esses países, o Brasil precisava avançar na ampliação dos investimentos em CTI, promoção da inovação nas empresas e articulação das políticas públicas de desenvolvimento industrial, científico e tecnológico.

Com base nesse diagnóstico, o PACTI apresentava quatro prioridades estratégicas, distribuídas em 21 linhas de ação: 1) *expansão e consolidação do SNCTI*, incluindo ações de melhoria no marco legal e nos instrumentos de política de CTI, de formação e qualificação

---

<sup>10</sup> Os resultados da 3ª CNCTI foram sintetizados em uma publicação do CGEE coordenada por Carlos Alberto de Aragão de Carvalho Filho e elaborada por Carlos Américo Pacheco (CTI e geração de riqueza), Evandro Mirra (áreas de interesse nacional), José Fernando Perez (gestão e marcos reguladores), Luiz Bevilacqua (inclusão social) e Renato Lessa (cooperação internacional em C&T). Cf.: (CGEE, 2005).

de recursos humanos, de aperfeiçoamento da infraestrutura e fomento da pesquisa científica e tecnológica; 2) *Promoção da inovação tecnológica nas empresas*, incluindo diversas ações e instrumentos de apoio direto e indireto às empresas, de tecnologia para inovação e de incentivo a criação e consolidação de empresas de base tecnológica; 3) *PDI em áreas estratégicas*, incluindo linhas específicas de ação para as áreas de biotecnologia e nanotecnologia, tecnologias da informação e comunicação, insumos para saúde, biocombustíveis, energia, petróleo e gás, agronegócio, biodiversidade e recursos naturais, Amazônia e semiárido, meteorologia e mudanças climáticas, espacial, nuclear, defesa nacional e segurança pública; 4) *C&T para o desenvolvimento social*, com ações voltadas para popularização da C&T, melhoria do ensino de ciências e desenvolvimento de tecnologias sociais.

O PACTI estabeleceu um conjunto de metas que deveriam ser alcançadas pelo País até o final de 2010, incluindo a elevação dos dispêndios nacionais em P&D de 1,02% para 1,5% do PIB e a ampliação dos dispêndios empresariais em P&D de 0,51% para 0,65% do PIB. Para a consecução das metas e objetivos propostos, a nova política de CTI previa a integração de esforços, recursos e instrumentos de diversos ministérios e órgãos governamentais, especialmente dos ministérios da Educação (MEC); do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); da Saúde (MS); de Minas e Energia (MME); da Defesa (MD); e das Comunicações (MC). No final de 2010, o MCT publicou um relatório destacando resultados e avanços alcançados nas diversas linhas de ação do PACTI. Como constatado na próxima seção da tese, as principais metas do plano não foram atingidas (MCT, 2010).

Em maio de 2010, foi realizada a 4ª CNCTI, cujas discussões foram norteadas pelas prioridades definidas no PACTI. Assim como na edição anterior, a conferência nacional foi precedida por encontros estaduais e municipais, fóruns de discussão, seminários preparatórios e conferências regionais. As principais contribuições da conferência foram sintetizadas no chamado *Livro Azul*, que colocou a inovação e a sustentabilidade como imperativos para o desenvolvimento nacional<sup>11</sup>. A 4ª CNCTI propôs como objetivo estratégico para o Brasil a promoção de “*um desenvolvimento científico e tecnológico*

---

<sup>11</sup> Os trabalhos da 4ª CNCTI foram coordenados por Luiz Davidovich e a comissão de redação do Livro Azul foi composta por Bertha Becker, Eduardo Moacyr Krieger, Eduardo Viotti, Fernando Rizzo, José Geraldo Eugênio de França, Ildeu de Castro Moreira, Jorge Nicolas Audy, Lea Contier de Freitas, Luiz Davidovich e Regina Gusmão (MCT; CGEE; 2010).

*inovador, calcado em uma política de redução das desigualdades regionais e sociais, de exploração sustentável das riquezas do território nacional e de fortalecimento da indústria”* (MCT; CGEE; 2010, p. 22).

As conclusões da 4ª CNCTI recomendavam a adoção de uma agenda de longo prazo para o setor, que incluía os seguintes elementos: consolidação do SNCTI; incentivo a tecnologias estratégicas (agricultura, bioenergia, TICs, saúde, pré-sal, tecnologia nuclear, espaço e defesa, tecnologias portadoras de futuro e outras energias); incentivo à inovação nas empresas; apoio à C&T para inclusão social; uso sustentável dos biomas nacionais, incluindo o mar e o oceano; um projeto estratégico para a Amazônia; melhoria da qualidade da educação em todos os níveis; ampliação do número de pesquisadores em empresas, universidades e institutos de pesquisa; e intensificação de ações e programas voltados à redução dos desequilíbrios regionais. A agenda proposta, alinhada às tendências presentes no cenário internacional, destacava como desafios futuros questões ambientais, climáticas e energéticas. Além disso, previa ações específicas de desenvolvimento social e apontava a necessidade uma “revolução” na educação brasileira (MCT; CGEE; 2010).

Em 2012, o MCTI lançou a Estratégia Nacional para Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), estabelecendo as diretrizes da PNCTI para o período de 2012 a 2015. A ENCTI deu continuidade às ações do PACTI e incorporou muitas recomendações presentes no Livro Azul da 4ª CNCTI. Em sua concepção, a nova política governamental ressaltava a importância da CTI como eixo estruturante do desenvolvimento nacional e destacava os seguintes desafios a serem vencidos pelo País: redução da defasagem científica e tecnológica que separa o Brasil das nações mais desenvolvidas; expansão e consolidação da liderança brasileira na “economia do conhecimento natural”; ampliação das bases para a sustentabilidade ambiental e o desenvolvimento de uma economia de baixo carbono; consolidação do novo padrão de inserção internacional do Brasil; superação da pobreza e redução das desigualdades sociais e regionais. Para o enfrentamento desses desafios, foram definidos como eixos de sustentação da política a promoção da inovação nas empresas, um novo padrão de financiamento público para o desenvolvimento científico e tecnológico, o fortalecimento da pesquisa e da infraestrutura científica e tecnológica; e a formação e capacitação de recursos humanos (MCTI, 2012).

A ENCTI também elegeu um conjunto de programas prioritários envolvendo cadeias de setores definidos como importantes para o futuro da economia brasileira, incluindo:

tecnologias da informação e comunicação; fármacos e complexo industrial da saúde; petróleo e gás; complexo industrial da defesa; aeroespacial; nuclear; biotecnologia; nanotecnologia; áreas relacionadas com a chamada “economia verde” (energias renováveis, mudanças climáticas, oceanos e zonas costeiras); e programas de desenvolvimento social (popularização da CTI e melhoria do ensino de ciências, inclusão produtiva e social, e tecnologias para cidades sustentáveis). Finalmente, foram estabelecidos programas complementares para as seguintes áreas: indústria química; bens de capital; energia elétrica; carvão mineral; minerais estratégicos; produção agrícola sustentável; recursos hídricos; Amazônia e Semi-Árido; Pantanal e Cerrado.

Para o financiamento das ações e programas previstos na ENCTI, previa-se a articulação de esforços federais e estaduais que totalizavam R\$ 74,6 bilhões para o período 2012-2015, sendo R\$ 29,2 bilhões do MCTI, R\$ 21,6 bilhões de outros ministérios, R\$ 13,6 bilhões de empresas estatais (BNDES, Petrobrás e Eletrobrás) e R\$ 10,2 bilhões de fundações estaduais de amparo a pesquisa. O governo também definiu um conjunto de metas e indicadores para monitoramento e avaliação das ações propostas, envolvendo indicadores de investimento em P&D, de inovação tecnológica e de formação e capacitação de recursos humanos. Para manter coerência com a política industrial estabelecida no Plano Brasil Maior, foi escolhido como horizonte temporal para atingimento das metas da ENCTI o ano de 2014. A meta conjunta mais significativa das duas políticas referia-se à elevação dos dispêndios empresariais em P&D para 0,9% do PIB. Por sua vez, a principal meta da ENCTI previa a ampliação dos dispêndios nacionais em P&D para 1,8% do PIB, tendo como parâmetro o atingimento da meta estabelecida para o setor empresarial e a elevação dos dispêndios governamentais para 0,9% do PIB.

### **3.1.3 Evolução dos dispêndios em P&D no Brasil**

No início da década passada, o Brasil apresentou baixas taxas de crescimento econômico. Porém, no período de 2004 a 2008, a economia cresceu cerca de 4,8% ao ano, beneficiada pela demanda internacional favorável às commodities produzidas no País. No ano seguinte, sob influência da crise mundial, a economia brasileira entrou em recessão, mas

se recuperou rapidamente e obteve crescimento real de 7,6% em 2010, 3,9% em 2011 e 1,8% em 2012<sup>12</sup>.

Gráfico 5 - Dispêndio nacional em P&D, em valores atualizados, por setores e em relação ao PIB, Brasil (2000-2012)



Fonte: Coordenação de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração do autor com dados da Tabela 2.1.7, disponível em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9138.html>. Consultado em agosto de 2015.

O Gráfico 5 apresenta os dispêndios nacionais em P&D no período de 2000 a 2012, em valores do último ano, por setores e em relação ao PIB. Em termos absolutos, verifica-se que os dispêndios cresceram 71,7% em todo o período, passando de R\$ 31,6 bilhões para R\$ 54,3 bilhões. Os dados revelam que a ampliação dos dispêndios públicos (82,4%) foi superior à dos dispêndios privados (60,2%). De modo geral, a evolução positiva dos dispêndios parece ter resultado principalmente do crescimento econômico. Se a economia cresce, e os atores públicos e privados mantêm o mesmo patamar de investimento, os dispêndios em P&D tendem a acompanhar a elevação da arrecadação dos governos e do faturamento das empresas. Por isso, o fato dos dispêndios nacionais em P&D terem aumentado não significa, necessariamente, que o País deu mais importância a esse tipo de investimento.

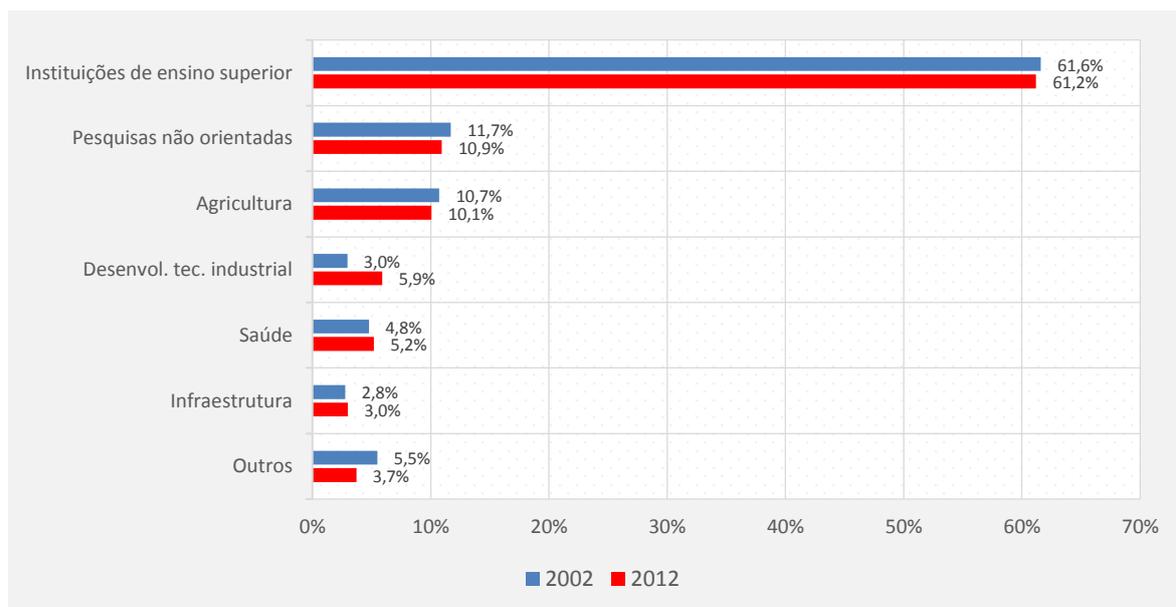
Os dados indicam que os dispêndios em P&D foram influenciados pelas flutuações na economia brasileira e mundial. No início da década, os valores dos dispêndios ficaram relativamente estáveis e cresceram menos que economia como um todo. Por isso, houve

<sup>12</sup> Taxas de crescimento do PIB obtidas no sítio eletrônico de indicadores econômicos consolidados do Banco Central do Brasil, Tabela Produto Interno Bruto e taxas médias de crescimento, com dados de 30/09/15, disponível em <http://www.bcb.gov.br/?INDECO>.

redução do investimento realizado em relação ao PIB, que alcançou 0,97% em 2004. A retração atingiu tanto esforços privados quanto públicos, puxados pela diminuição dos dispêndios dos governos estaduais. Contudo, entre 2006 e 2012, na esteira da retomada do crescimento econômico, os dispêndios nacionais aumentaram de 1,00% para 1,24% do PIB, alavancados pela ampliação dos esforços públicos, que passaram de 0,50% para 0,68% do PIB. Por outro lado, os dispêndios empresariais parecem ter sido afetados pela crise internacional e cresceram bem menos, resultando em queda na participação do setor privado no total de dispêndios nacionais.

Apesar do crescente reconhecimento da sociedade brasileira sobre a importância das atividades de CTI para o desenvolvimento do País, não houve alteração significativa do patamar do investimento nacional em P&D. Em 12 anos, o percentual do PIB aplicado nessas atividades cresceu apenas 0,18 pontos percentuais, passando de 1,06% para 1,24%. Esse crescimento foi resultado da ampliação dos esforços públicos, sobretudo do governo federal, combinada com pequeno incremento dos esforços empresariais. Frente aos desafios enfrentados pela Nação, no entanto, os avanços alcançados foram modestos. Como visto anteriormente, o Brasil teria que aumentar substancialmente os dispêndios empresariais em P&D para alcançar o patamar de investimento praticado por países que vêm logrando êxito em suas estratégias de *cath up* industrial, científico e tecnológico - como China, Austrália e Coreia.

**Gráfico 6 - Distribuição dos dispêndios públicos em P&D por objetivos socioeconômicos, Brasil (2002, 2012)**



**Fonte:** Coordenação de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração do autor com dados da Tabela 2.2.2, disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/5220.html>. Consulta em agosto de 2015.

Os dados disponíveis mostram que os gastos públicos em P&D no Brasil são direcionados principalmente a atividades de pesquisa e pós-graduação realizadas em universidades e outras instituições de pesquisa. Conforme se observa no Gráfico 6, em 2012, mais de 70% dos recursos públicos foram destinados a instituições de ensino superior (61,2%) e pesquisas não orientadas (10,9%). Além disso, foram priorizados investimentos em agricultura (10,1%), desenvolvimento tecnológico industrial (5,9%), saúde (5,2%) e infraestrutura (3,0%).

Entre 2000 e 2012, em valores correntes, os dispêndios públicos em P&D aumentaram em quase todos os objetivos socioeconômicos<sup>13</sup>. As áreas que receberam o maior incremento de recursos foram as de infraestrutura, desenvolvimento tecnológico industrial, controle e proteção do meio ambiente, desenvolvimento social e serviços, dispêndios com as instituições de ensino superior, pesquisas não orientadas, agricultura e saúde. No período em análise, o percentual de recursos aplicados em desenvolvimento tecnológico industrial praticamente dobrou, passando de 3,0% para 5,9% dos dispêndios públicos. Esse crescimento pode ter resultado das políticas nacionais de CTI que, desde o Governo de Fernando Henrique Cardoso, adotaram como objetivo estratégico a inovação tecnológica nas empresas. Por outro lado, as áreas que receberam menor incremento foram as de exploração da terra e atmosfera e de espaço civil. Além disso, houve redução significativa dos investimentos em energia. Verifica-se, portanto, que setores estratégicos para o desenvolvimento nacional - como as áreas de energia, espaço e defesa - não vêm sendo priorizados de forma efetiva na distribuição dos gastos públicos em P&D.

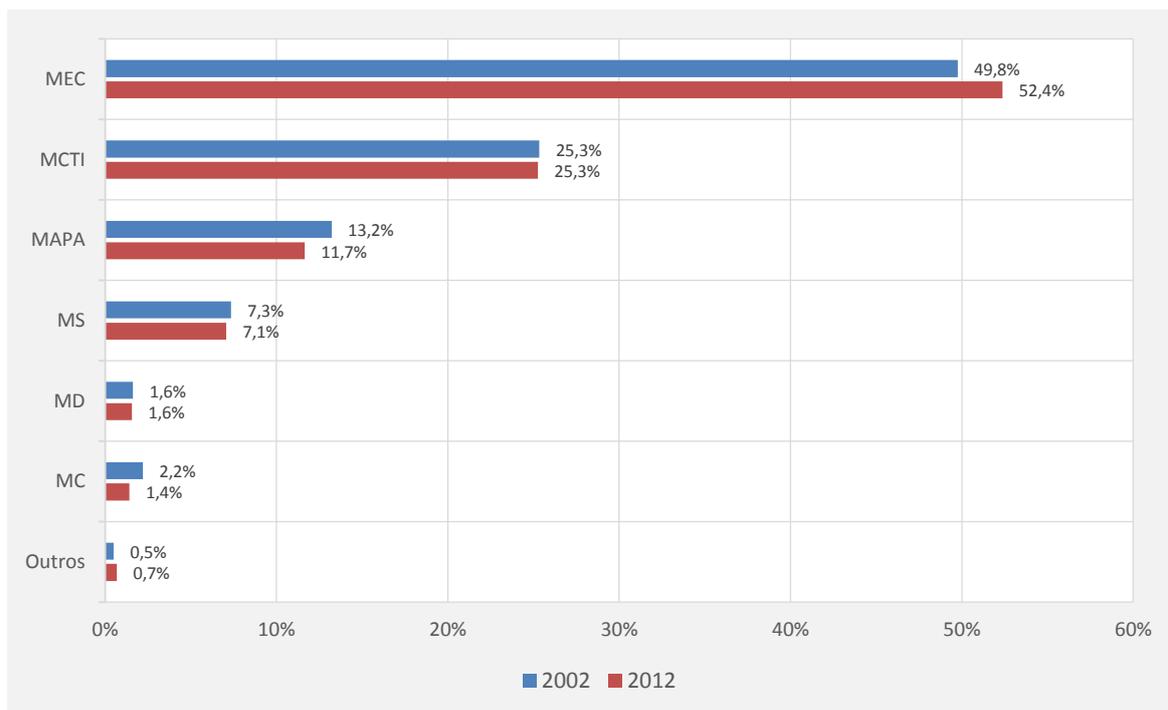
No período de 2002 a 2012, os dispêndios do governo federal em P&D cresceram mais do que os dispêndios estaduais e empresariais. Em valores correntes, o total de dispêndios federais passou de R\$ 4,82 bilhões para R\$ 20,08 bilhões, aumentando de 0,34% para 0,46% do PIB. O Gráfico 7 apresenta a distribuição desses dispêndios por órgão, no início e no final do período. Observa-se que os investimentos federais estão concentrados em poucos órgãos, principalmente nos ministérios da Educação (MEC), Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Saúde (MS). Em

---

<sup>13</sup> A equipe responsável pela elaboração dos indicadores nacionais de C&T classifica os dispêndios públicos em P&D em doze grandes objetivos socioeconômicos, são eles: agricultura; controle e proteção do meio-ambiente; defesa; desenvolvimento social e serviços; desenvolvimento tecnológico industrial; dispêndios com as instituições de ensino superior; energia; espaço civil; exploração da terra e atmosfera; infraestrutura; pesquisas não orientadas; saúde; e não especificado, que inclui atividades que não se enquadram em nenhum dos outros objetivos.

2012, apenas o MEC foi responsável por mais da metade dos gastos federais, sendo que 76% dos dispêndios do Ministério foram realizados com cursos de pós-graduação *stricto sensu* ofertados por instituições federais de ensino superior. Vale ressaltar que, de acordo com a metodologia utilizada pelo MCTI para apuração dos indicadores nacionais de C&T, os gastos com a pós-graduação representavam cerca de 40% dos dispêndios federais em P&D<sup>14</sup>.

Gráfico 7 - Distribuição dos dispêndios do governo federal em P&D por órgão, Brasil (2002 e 2012)



**Fonte:** Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração do autor com dados da Tabela 2.2.2, disponibilizada em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/5220.html>. Atualizada em 28/08/2015.

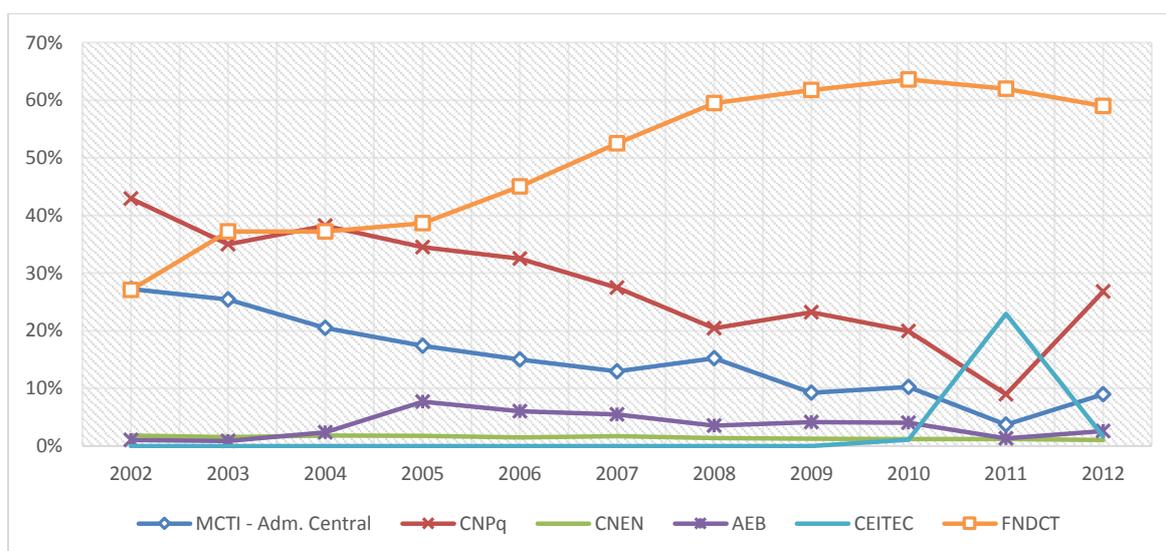
O MCTI é o segundo órgão do governo federal que mais investe em P&D. De 2002 a 2012, em valores correntes, os dispêndios do Ministério cresceram mais de 300%, passando de R\$ 1,2 bilhões para mais de R\$ 5 bilhões. Em 2012, os dispêndios executados pelo MCTI representavam 1/4 do total de dispêndios federais, mesmo patamar observado no início da década. Verifica-se, portanto, que, embora tenha ocorrido um crescimento nominal

<sup>14</sup> A metodologia utilizada pela Coordenação Geral de Indicadores (CGIN) do MCTI considera os gastos da pós-graduação como *proxy* dos dispêndios em P&D das instituições de ensino superior (IES). Desse modo, dos recursos anuais executados pelas instituições federais com pós-graduação *stricto sensu* reconhecida pela Capes, subtraem-se as despesas com juros e amortizações de dívidas, com o cumprimento de sentenças judiciais, com inativos e pensionistas e com a manutenção dos hospitais universitários. Para estimar a parcela direcionada à pós-graduação multiplicou-se este resultado pelo quociente número de docentes da pós-graduação / número de docentes das IES do respectivo ano, com exceção dos anos de 2004 a 2006, quando foi empregado o quociente de 2003. Para maiores informações, ver notas metodológicas e convenções disponíveis no seguinte endereço: [http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2055/Notas\\_Metodologicas\\_e\\_Convencoes.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2055/Notas_Metodologicas_e_Convencoes.html).

elevado dos dispêndios do Ministério no período em análise, sua participação no total de dispêndios federais se manteve estável.

A maior parte dos dispêndios em P&D do MCTI é executada por suas agências de fomento: o CNPq, principal órgão federal de incentivo à pesquisa científica realizada no País; e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), responsável pela administração do FNDCT. Por outro lado, uma parcela significativa dos investimentos ministeriais é direcionada para as Unidades de Pesquisa (Ups) e Organizações Sociais (OSs) vinculadas ao órgão. Além disso, o Ministério também repassa recursos de P&D para suas duas autarquias, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e a Agência Espacial Brasileira (AEB). A CNEN possui institutos, centros e unidades que realizam atividades de P&D e de prestação de serviços na área de tecnologia nuclear. A AEB é responsável, entre outras atividades, pela implementação do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE).

Gráfico 8 - Distribuição dos dispêndios em P&D do MCTI por unidade orçamentária (2002-2012)



Fonte(s): Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi). Elaboração do autor com dados publicados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 2.2.3, disponível em: [http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2064/Governo\\_federal.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2064/Governo_federal.html). Consultado em agosto de 2015.

O Gráfico 8 apresenta a distribuição percentual dos dispêndios em P&D do MCTI por unidade orçamentária, no período de 2002 a 2012. Os dados revelam que houve uma alteração significativa na execução orçamentária desses recursos, decorrente da ampliação na participação do FNDCT de 27,6% para cerca de 60% dos dispêndios. Por outro lado, a participação do CNPq no total de dispêndios ministeriais reduziu de 42,9% para 26,8%. De maneira semelhante, a participação da Administração Central do MCTI nesses gastos,

realizada principalmente pelas UPs e OSs vinculadas, caiu mais de três vezes, passando de 27,2% para 9,0%. Assim, ao contrário do discurso que legitimou a criação dos fundos setoriais, verifica-se que os recursos do FNDCT substituíram os recursos que eram alocados anteriormente pelo Tesouro Nacional no MCTI, destinados ao fomento científico realizado pelo CNPq e às atividades de P&D dos institutos, centros e unidades de pesquisa vinculados ao Ministério.

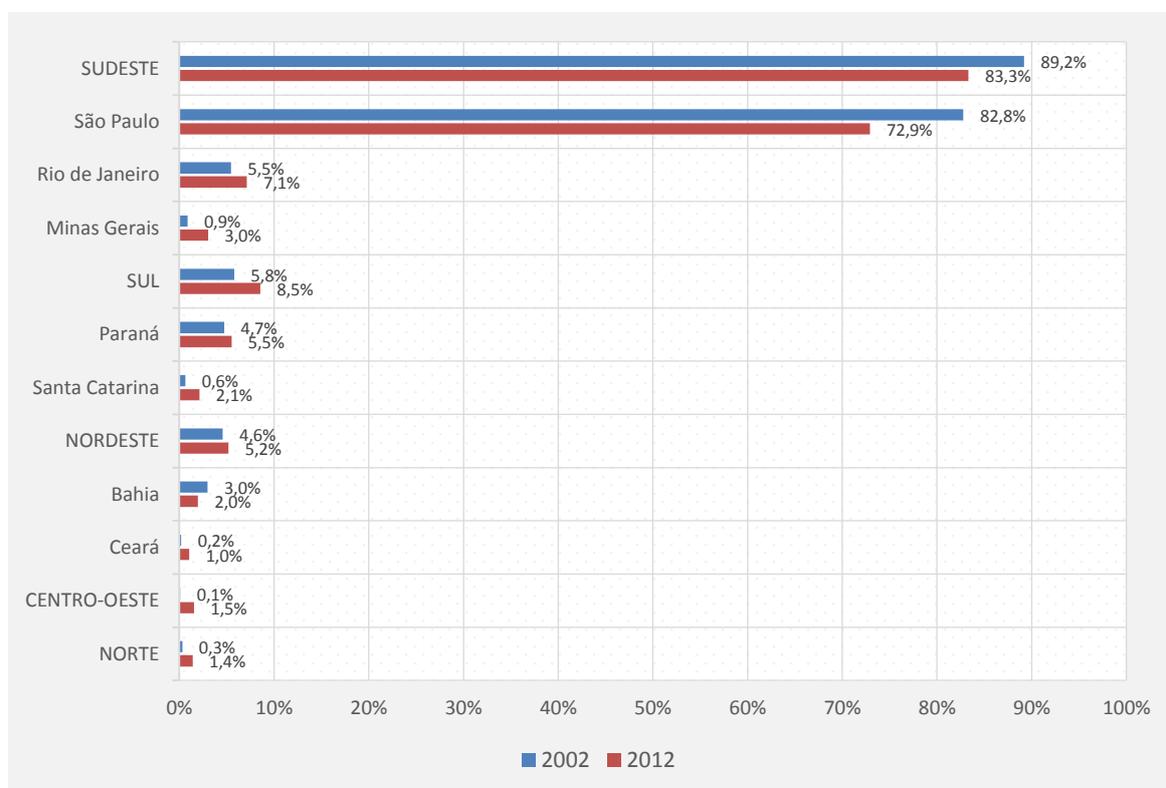
O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é outro órgão responsável por parcela significativa dos dispêndios federais em P&D. Entre 2002 e 2012, os dispêndios do ministério nessas atividades passaram de R\$ 1,2 bilhões para R\$ 2,3 bilhões. O MAPA possui, em sua estrutura, o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) e seis Laboratórios Nacionais Agropecuários (Lanagros). Além disso, o Ministério é responsável pelo repasse de recursos para a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Criada em 1973, com o objetivo de desenvolver tecnologias e conhecimentos voltados à melhoria da agropecuária brasileira, a Embrapa se tornou uma instituição de excelência mundial e foi responsável, em grande parte, pelos avanços observados no setor nas últimas décadas. Atualmente, a empresa conta com 13 unidades localizadas em Brasília, 46 unidades descentralizadas distribuídas no território nacional, três escritórios internacionais e quatro laboratórios virtuais no exterior. A Embrapa também coordena o Sistema Nacional de Pesquisa Agrícola (SNPA), constituído por suas unidades de pesquisa e por diversas instituições públicas federais, estaduais, universidades, empresas e fundações que atuam na área de pesquisa agropecuária.

Conforme apresentado no Gráfico 7, em 2002, o Ministério da Saúde (MS) respondia por 7,3% dos dispêndios do governo federal em P&D, patamar que se manteve estável nos dez anos seguintes. O MS é responsável pela implementação, monitoramento e avaliação da Política Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde e da Agenda Nacional de Prioridades de Pesquisa em Saúde, que articulam várias ações, programas e instrumentos de apoio a pesquisa em saúde no País. É importante ressaltar que o Brasil desenvolveu um importante sistema de CTI em saúde, composto por diversas instituições públicas e privadas. No âmbito do governo federal, esse sistema engloba instituições e ações do Ministério da Saúde, do MEC e do MCTI. Em nível estadual, incorpora as secretarias estaduais de saúde, de ciência e tecnologia e as fundações estaduais de amparo à pesquisa, responsáveis pelas políticas estaduais de pesquisa em saúde. Também fazem parte do sistema o complexo

industrial da saúde, incluindo os setores produtivos público e privado que atuam nas áreas farmacêutica e farmo-química, de biotecnologia e de equipamentos e materiais, e a comunidade científica, representada por universidades, institutos de pesquisa, associações científicas e profissionais que atuam com foco em saúde (GUIMARÃES, 2006).

Entre os maiores entraves para a consolidação do SNCTI estão os grandes desequilíbrios regionais e a forte concentração da base industrial, científica e tecnológica nos estados e regiões mais desenvolvidos do País. Essas desigualdades regionais se refletem diretamente nos dispêndios das unidades da federação em P&D. Entre 2000 e 2012, os dispêndios dos governos estaduais em P&D aumentaram de R\$6,1 bilhões para R\$ 9,8 bilhões, em valores do último ano. Em relação às riquezas produzidas no país, em 12 anos, o esforço conjunto dos governos estaduais se manteve praticamente inalterado, passando de 0,21% para 0,22% do PIB. Como os investimentos federais cresceram bem mais no período em análise, a participação dos governos estaduais nos dispêndios públicos em P&D caiu de 38% para 33%.

**Gráfico 9 - Distribuição dos dispêndios dos governos estaduais em P&D por grande região e estados com maiores dispêndios, Brasil (2002, 2012)**



**Fonte(s):** Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração do autor com dados publicados na Tabela 2.3.5, disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/317045.html>. Dados consultados em 2014.

Em 2012, aproximadamente 1/3 dos dispêndios públicos em P&D eram financiados pelas unidades da federação por meio, principalmente, de fundações estaduais de amparo a pesquisa, instituições estaduais de educação superior e institutos de pesquisa com missões específicas. No entanto, poucos estados brasileiros possuem sistemas públicos de ensino superior e pesquisa consolidados. Por isso, o fato que mais se destaca na análise dos dispêndios estaduais em P&D é a enorme concentração dos gastos em poucos estados, principalmente em São Paulo. De certa forma, o pacto federativo instituído pela Constituição de 1988, ao atribuir a responsabilidade do ensino superior principalmente à União, reforçou um modelo no qual os estados são excessivamente dependentes dos esforços federais para desenvolverem seus sistemas de ensino e pesquisa.

O Gráfico 9 apresenta a distribuição percentual dos dispêndios dos governos estaduais em P&D, por grande região e estados com maiores dispêndios, nos anos de 2002 e 2012. Observa-se que a região Sudeste foi responsável por 83,3% do total de dispêndios em 2012, sendo que somente o Estado de São Paulo concentrou 72,9% desses gastos. Além de São Paulo, quatro estados do eixo sul-sudeste possuíam participação expressiva nos dispêndios estaduais em P&D - Rio de Janeiro (7,1%), Paraná (5,5%), Minas Gerais (3,0%) e Santa Catarina (2,1%). Em conjunto, essas unidades da federação foram responsáveis por mais de 90% dos dispêndios estaduais. Por outro lado, o somatório dos gastos das regiões Norte (1,4%), Nordeste (5,2%) e Centro-Oeste (1,5%) representou apenas 8,1% dos dispêndios em 2012. Nessas regiões, apenas Bahia (2,0%) e Ceará (1,0%) se destacavam por possuírem participação significativa no total de dispêndios estaduais. Contudo, entre 2002 e 2012, ocorreu uma ampliação da participação das regiões menos desenvolvidas nos gastos estaduais em P&D, combinada com a diminuição de quase 10 p.p na enorme participação do Estado de São Paulo nesses investimentos. Apesar do avanço observado no período, o Brasil tem um longo caminho a percorrer na redução das assimetrias regionais que marcam o SNCT.

A distribuição dos investimentos estaduais em P&D pode ser compreendida com o auxílio do conceito de sistemas de inovação. Utilizando esse instrumental analítico, entende-se que os esforços estaduais estão fortemente concentrados em São Paulo, porque este estado abriga o principal sistema local e regional de inovação do Brasil, caracterizando, conforme descrito na literatura, um autêntico *cluster* industrial, científico e tecnológico. Esse *cluster* engloba principalmente a região metropolitana da cidade de São Paulo e a extensa zona de

influência da capital paulista que se estende a noroeste para os municípios polarizados por Campinas-Ribeirão Preto e a nordeste para os municípios polarizados por São José dos Campos. Não por acaso, algumas das melhores universidades e instituições de pesquisa brasileiras estão localizadas na região como, por exemplo, a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA). O sistema regional de inovação paulista concentra grande parte das universidades, instituições de pesquisa e empresas que realizam atividades de P&D no Brasil.

### **3.2 Os sistemas de educação básica e superior no Brasil**

As teorias de desenvolvimento que fundamentam a tese assumem que um dos principais componentes dos chamados sistemas nacionais de inovação são os sistemas de educação e pesquisa existentes em cada país. Essas teorias pressupõem a existência de forte correlação entre qualificação dos recursos humanos e desenvolvimento econômico e social. Entende-se que, quanto mais desenvolvido o sistema educacional e de pesquisa de um país, maior a probabilidade dos diversos atores do sistema nacional de inovação realizarem atividades que contribuam para o desenvolvimento sustentável do país.

A melhoria da educação da população contribui para elevar a renda e a produtividade do trabalho da sociedade como um todo. No entanto, apesar de existir uma correlação positiva entre educação e desenvolvimento, não se pode estabelecer uma relação determinística de causalidade entre as duas variáveis. Por isso, permanece em aberto o debate se a melhoria das condições educacionais promove o desenvolvimento econômico e social ou se, ao contrário, é o desenvolvimento que cria as condições necessárias para melhorias no campo educacional. O fato indiscutível é que não existe nenhum país desenvolvido, ou que tenha passado por rápido processo de desenvolvimento, que não tenha investido fortemente na expansão e na melhoria da qualidade da educação de sua população. Por isso, defende-se a hipótese de que restrições na quantidade, na qualidade e na distribuição da educação são fatores que limitam fortemente o desenvolvimento de uma nação (IPEA, 2006).

Adotando essa linha de raciocínio, a pesquisa realizada nesta etapa da tese parte da hipótese segundo a qual a natureza e o nível de desenvolvimento do sistema nacional de mudança técnica estão fortemente correlacionados ao grau de desenvolvimento dos sistemas

de ensino e pesquisa existentes no País, que podem ser avaliados em função dos níveis educacionais e de qualificação profissional, científica e tecnológica alcançados pela população brasileira.

De modo geral, os sistemas nacionais de educação e pesquisa são compostos por diversos subsistemas, incluindo sistemas, redes e instituições de educação básica e profissional, de educação superior, de pesquisa e pós-graduação. Para abordar a diversidade do caso brasileiro, o capítulo foi dividido em quatro partes, além desta introdução. A primeira apresenta um retrato das desigualdades educacionais presentes no Brasil, realizado com base no Censo de 2010. A segunda e a terceira fazem, respectivamente, um breve diagnóstico da educação básica e profissional no País. Finalmente, a quarta analisa a evolução da educação superior no período de 2000 a 2012, a partir de dados do Censo da Educação Superior do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais (Inep).

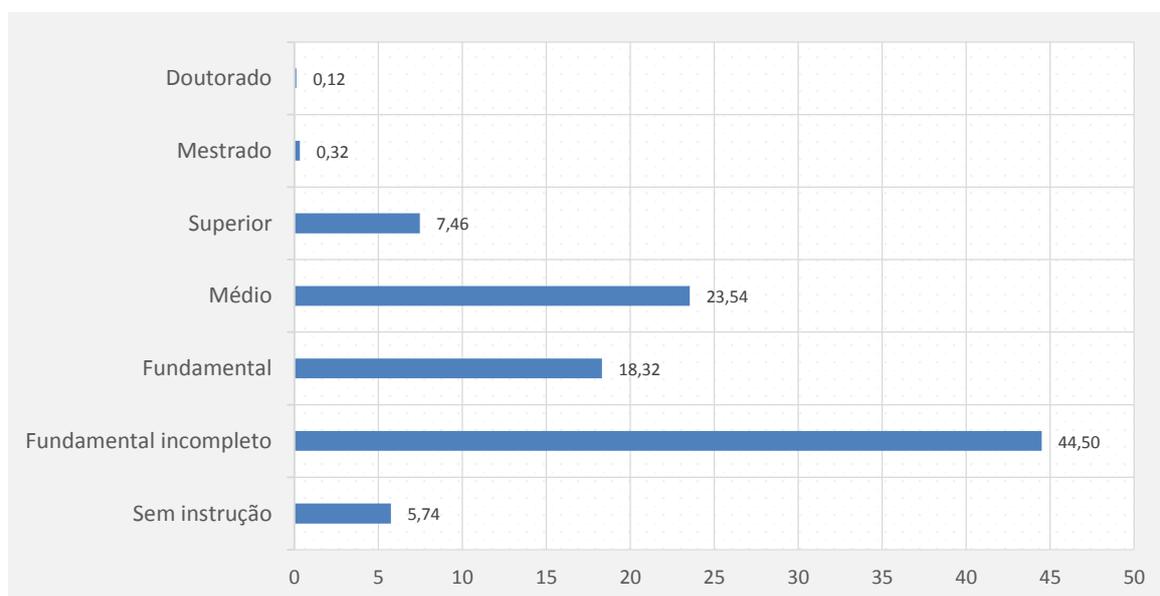
### **3.2.1 O triste retrato das desigualdades educacionais no País**

O Censo Demográfico de 2010 permitiu a elaboração de um diagnóstico da situação educacional da população brasileira<sup>15</sup>. O recenseamento revelou que quase 70% dos brasileiros com dez ou mais anos de idade possuíam no máximo o ensino fundamental, sendo que mais da metade da população sequer havia completado este nível de ensino. Além disso, apenas 23,5% conseguiram terminar o ensino médio, considerado como nível básico para uma inserção adequada no mercado de trabalho. Por outro lado, 7,4% população havia concluído o ensino superior e menos de 0,5% possuíam pós-graduação *stricto sensu*. Deste seleto grupo, 0,32% completaram o mestrado e apenas 0,12% o doutorado. O retrato revelado pelo Censo indica que o Brasil precisa avançar muito para alcançar o padrão educacional dos países mais desenvolvidos (Gráfico 10).

---

<sup>15</sup> Pela primeira vez, o Censo de 2010 possibilitou o mapeamento detalhado da população de mestres e doutores no Brasil. Os Censos e PNADs anteriores levantavam apenas a informação relativa às pessoas que haviam cursado pelo menos um ano de algum curso de mestrado ou doutorado ou que haviam concluído cursos desta natureza. As informações específicas sobre os mestres e doutores foram coletadas no questionário da amostra do Censo, aplicado em 10% dos domicílios brasileiros e abrangendo mais de 20 milhões de pessoas (IBGE, 2012, p.23).

Gráfico 10 - Distribuição percentual da população de 10 ou mais anos de idade por nível mais alto de instrução, Brasil (2010)



Fonte: IBGE (Censo 2010). Elaborado pelo Núcleo de RHCTI do CGEE com base nos resultados da amostra do Censo 2010. (CGEE, 2012).

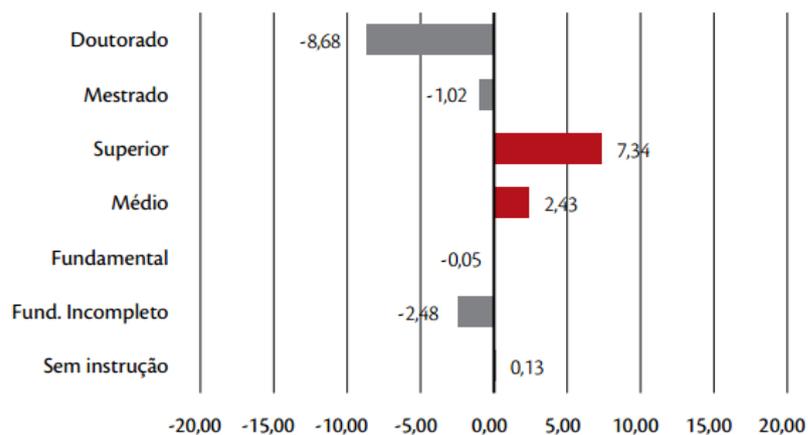
De acordo com o relatório da OCDE *Education at a Glance* (2012), em países como Estados Unidos, Reino Unido, Suíça, Alemanha e Finlândia, menos de 15% da população com idade entre 25 e 64 anos possuía formação inferior à educação secundária. Entre os países da OCDE, em média, 26% da população possuía apenas nível fundamental, 44%, pelo menos nível médio e 30%, nível superior. No Brasil, em contraposição, quase 60% da população na mesma faixa etária possuía no máximo ensino fundamental, 30%, nível médio e apenas 11%, nível superior. Verifica-se, portanto, que o País precisaria triplicar a quantidade de pessoas com formação superior para alcançar o patamar vigente nos países da OCDE no final da década de 2000 (OECD, 2012, p. 34)<sup>16</sup>.

O Censo mostrou que as mulheres representavam 51,38% da população brasileira e que sua participação nos segmentos estratificados por nível de escolaridade variava bastante. O Gráfico 11 apresenta a diferença na participação das mulheres por nível mais alto de instrução em relação à média de sua participação na população. Observa-se que as mulheres possuíam menor participação no segmento com ensino fundamental incompleto e que a proporção de mulheres entre aqueles que completaram o ensino obrigatório praticamente se

<sup>16</sup> Os dados da OCDE se referem a população com idade entre 25 e 64, ou seja, em uma faixa etária diferente dos dados do Censo 2010 apresentados acima. O relatório da OCDE utilizou dados da PNAD 2009 para a elaboração das estatísticas educacionais sobre o Brasil. Para os demais países, os dados se referem a 2010 ou ano mais recente disponível (OECD, 2012).

igualava à sua participação na população. Por outro lado, a participação das mulheres superava sua participação média na população nos estratos com educação básica (2,43%) e ensino superior (7,34%). No entanto, as mulheres ainda estavam sub-representadas entre os mestres (-1,02%) e, principalmente, entre os doutores (-8,68%).

Gráfico 11 - Diferença da participação percentual das mulheres na população por cada nível mais alto de instrução em relação à média de sua participação na população, Brasil (2010)



Fonte: (CGEE; 2012, Capítulo 4, Gráfico 4.2.)

Pesquisas recentes constataram, porém, rápida ampliação da participação feminina nos estratos mais qualificados da população. De acordo com o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), desde 2008, as mulheres eram maioria entre os novos mestres titulados e a diferença em favor das mulheres estava aumentando. Por isso, as mulheres já haviam se tornado maioria entre os mestres em 2012 (CGEE, 2012). Processo semelhante está ocorrendo nos programas de doutorado no País que, desde 2004, formam mais mulheres do que homens. Em 2008, o total de mulheres superava em 3% o de homens entre os novos titulados. Contudo, como a presença de homens no estoque de doutores é muito elevada, a diferença em favor das mulheres era insuficiente para equilibrar sua participação nesse estrato educacional. As estimativas realizadas indicavam que, caso o patamar observado em 2008 se mantivesse, o País teria que esperar décadas para que a proporção de mulheres entre os doutores se igualasse à sua participação na população (CGEE, 2010).

As tendências observadas indicam que está em curso no Brasil um processo de rápida superação das desigualdades que atingem as mulheres na esfera educacional. Infelizmente, o mesmo não pode ser constatado com relação à remuneração delas no mercado de trabalho.

**Tabela 3 - Remuneração média mensal, remuneração por hora trabalhada e taxa de desemprego por sexo, segundo nível mais alto de instrução, Brasil (2010)**

Nível de instrução	Remuneração mensal (R\$ de 2010)			Remuneração por hora (R\$ de 2010)			Taxa de desemprego (%)		
	Homem	Mulher	Total	Homem	Mulher	Total	Homem	Mulher	Total
Total	1.480,29	1.073,61	1.308,42	9,49	8,05	8,88	3,81	4,98	4,41
Sem instrução	721,61	604,04	685,75	5,66	6,71	5,98	2,16	1,53	1,84
Fundamental incompleto	825,42	525,06	720,41	5,51	4,67	5,21	3,18	3,42	3,30
Fundamental	1.063,05	676,81	907,28	7,08	5,50	6,44	5,39	7,19	6,32
Médio	1.571,26	969,81	1.289,13	9,89	7,07	8,57	4,78	7,50	6,24
Superior	4.633,35	2.584,54	3.481,43	28,74	17,97	22,68	2,17	3,26	2,81
Mestrado	8.037,68	4.664,73	6.392,07	48,11	31,29	39,90	1,15	1,87	1,52
Doutorado	9.956,83	6.821,98	8.627,17	58,43	43,43	52,07	0,56	1,69	1,04

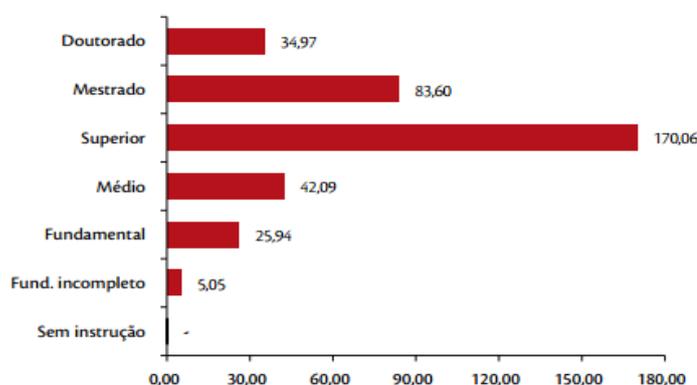
**Fonte:** IBGE (Censo 2010). Elaborado pelo Núcleo de RHCTI do CGEE com base nos resultados da amostra do Censo 2010. Cf. (CGEE; 2012, Capítulo 4, Tabela 4.2).

A Tabela 3 apresenta informações sobre remuneração e taxas de desemprego da população brasileira com dez ou mais anos de idade, estratificados por nível de instrução e sexo. Na semana de referência do Censo 2010, a taxa média de desemprego da população brasileira foi de 4,41%. Apesar da média relativamente baixa, as taxas de desemprego variavam muito em função do sexo e do nível de escolaridade das pessoas. Com exceção do segmento sem instrução, o desemprego das mulheres era maior do que o dos homens em todos os estratos educacionais. Além disso, independentemente do nível de escolaridade, a remuneração mensal das mulheres era sempre inferior à dos homens. Em 2010, a defasagem de remuneração das mulheres em relação aos homens era de 16,29% entre as pessoas sem instrução, aumentava para 36,3% no estrato com ensino fundamental e continuava crescendo até atingir 44,2% no segmento com ensino superior. Essa defasagem se reduzia apenas nos níveis mais elevados de instrução. Mesmo assim, era de 42% entre os mestres e de 31,5% entre os doutores (CGEE, 2012).

Em todo o mundo, apesar dos avanços conquistados pelas mulheres no último século, elas ganham menos do que os homens. Uma das causas dessa desigualdade é a necessidade das mulheres se afastarem do mercado de trabalho e dos estudos para cuidarem dos filhos. Os níveis de desigualdade, no entanto, variam significativamente entre as nações. Nos países da OCDE, a remuneração média das mulheres com idade entre 25 a 64 anos e educação superior era 28% inferior à dos homens. No Brasil, por outro lado, as mulheres inseridas no mesmo estrato recebiam 39% a menos que os homens (CGEE, 2012, p. 158).

O Censo mostrou que as taxas de desemprego caem acentuadamente na população com educação superior e ainda mais no seletivo grupo com pós-graduação *stricto sensu*. Na semana de referência do Censo, o desemprego foi de 2,81% entre as pessoas com nível superior, de 1,52% entre os mestres e de apenas 1,04% entre os doutores. Verifica-se, assim, que o desemprego da população com nível superior correspondia a menos da metade do observado entre as pessoas com ensino médio (6,24%) e que desocupação dos doutores representava menos de 1/4 da taxa média de desemprego vigente no País.

**Gráfico 12 - Adicional de remuneração das pessoas ocupadas, com dez ou mais anos de idade, com determinado nível de instrução em relação ao nível imediatamente inferior, Brasil (2010) (%)**



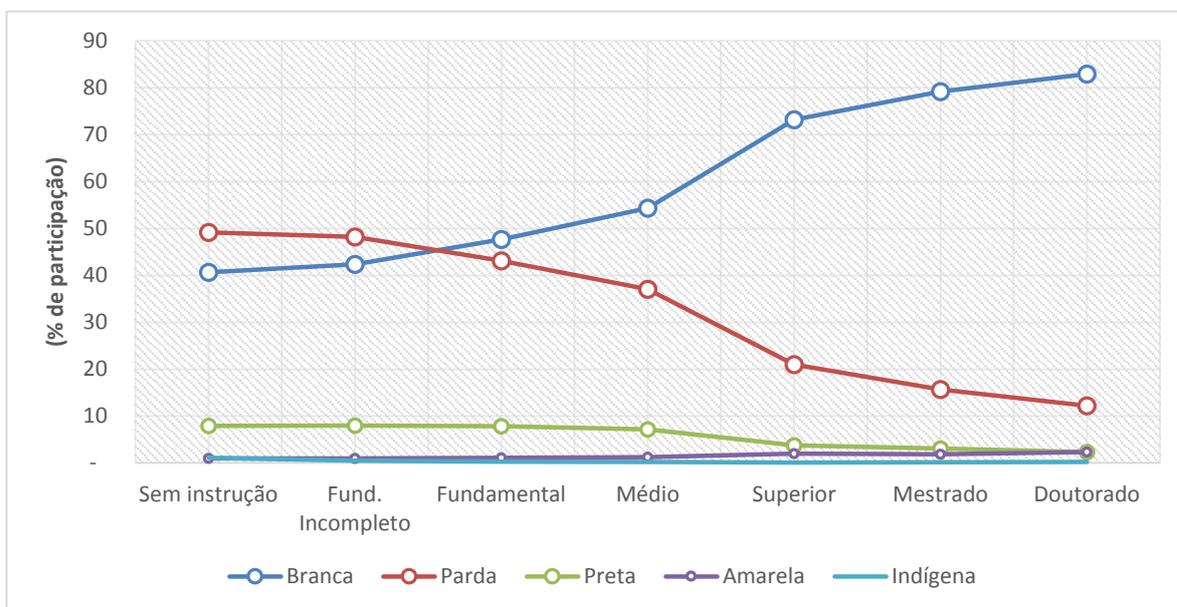
**Fonte:** IBGE (Censo 2010). Elaborado pelo Núcleo de RHCTI do CGEE com base nos resultados da amostra do Censo 2010. Cf.: (CGEE; 2012, Capítulo 4, Gráfico 4.4).

Os dados também revelaram a existência de elevados bônus educacionais no Brasil. Isso significa que a remuneração dos brasileiros cresce de forma acentuada com a elevação dos níveis de escolaridade. O Gráfico 12 apresenta o adicional de remuneração das pessoas ocupadas com determinado nível de instrução em relação ao nível imediatamente anterior. Observa-se que a remuneração das pessoas com ensino médio era 42% superior à das pessoas com ensino fundamental, enquanto os indivíduos com ensino superior recebiam 170% a mais do que aqueles que possuíam apenas ensino médio. Além disso, os mestres recebiam 83,6% a mais do que os graduados e os doutores cerca de 35% a mais do que os mestres.

A comparação com outros países revela a dimensão das desigualdades existentes no Brasil. Em 2012, a OCDE publicou estatísticas sobre o bônus educacionais obtidos com a passagem do nível médio para os superiores entre a população ocupada de 31 países com idade entre 25 e 64 anos. Entre todos os países selecionados, o Brasil era o país com maior bônus educacional. O ganho de remuneração obtido no Brasil excedia o dobro do bônus educacional médio dos países da OCDE (OECD 2012, p. 140). Os elevados bônus educacionais existentes no Brasil são um indicador claro das enormes desigualdades que

atingem a população e também da presença de elevada demanda no mercado de trabalho por profissionais qualificados.

**Gráfico 13 - Participação de indivíduos que declararam pertencer a cada cor ou raça na população estratificada por nível mais alto de instrução, Brasil (2010)**



**Fonte:** IBGE (Censo 2010). Elaborado pelo Núcleo de RHCTI do CGEE com base nos resultados da amostra do Censo 2010. Cf.: (CGEE; 2012, Capítulo 4, Gráfico 4.7).

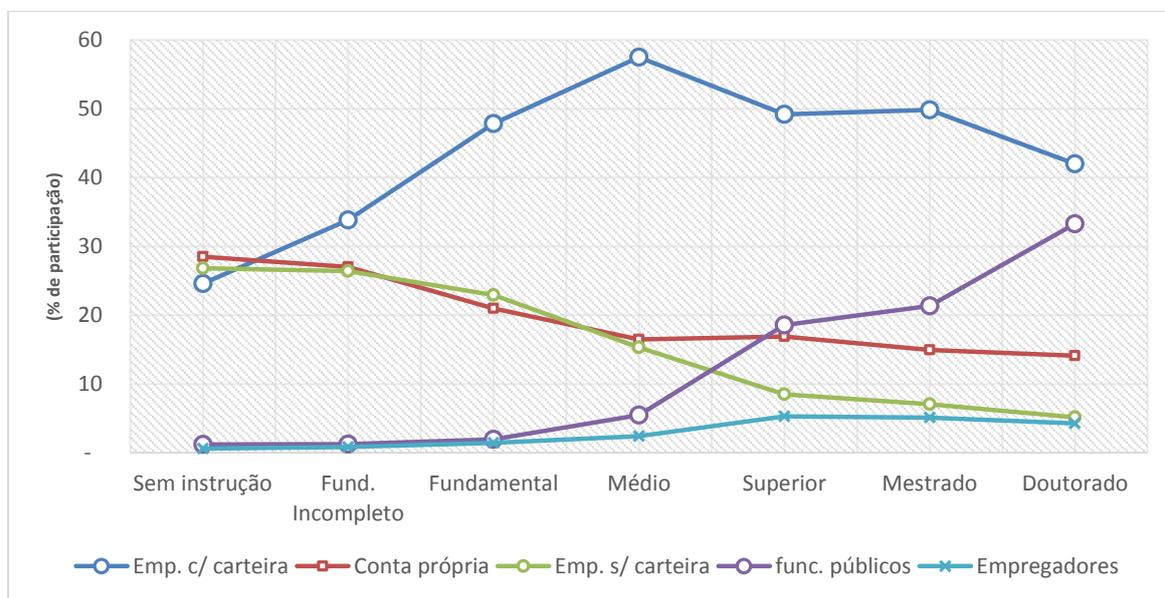
O Censo também revelou enormes desigualdades raciais entre os segmentos da população estratificados por nível de instrução (Gráfico 13). De modo geral, os brancos e amarelos possuem menor participação nos segmentos com baixos níveis de escolaridade e maior nos segmentos com níveis elevados de instrução. Em 2010, os brancos eram menos da metade da população (47,5%) e estavam sub-representados entre as pessoas sem instrução (40,6%) e com ensino fundamental incompleto (42,4%). Porém, aumentavam sua participação no segmento com ensino médio (54,31%) e representavam 70% das pessoas com nível superior, 79% dos mestres e 83% dos doutores.

Por outro lado, a participação dos pardos e pretos nos segmentos mais escolarizados da população segue tendência oposta à dos brancos. O Censo identificou que 43,4% dos brasileiros eram pardos e que eles representavam quase a metade das pessoas sem instrução e com ensino fundamental incompleto. Verificou-se que, embora a proporção de pardos entre os brasileiros com ensino fundamental se aproximasse de sua participação média na população, a quantidade de pardos nos segmentos mais escolarizados caía de forma significativa a partir do ensino médio. Assim, a proporção de pardos entre as pessoas com

ensino superior (20,96%) correspondia a menos da metade de sua participação na população e era ainda menor entre os mestres (15,7%) e doutores (12,21%). De forma semelhante, os indivíduos autodeclarados pretos representavam 7,52% da população brasileira e, no entanto, apenas 3,11% dos mestres e 2,36% dos doutores eram pretos.

Os dados sobre remuneração da população brasileira, estratificados por cor ou raça e nível de instrução, também revelam grandes desigualdades de renda. Em 2010, a remuneração mensal média da população era de aproximadamente R\$ 1.300,00. Porém, em todos os níveis de instrução, pardos, pretos e indígenas recebiam menos que os brancos. No segmento sem instrução, a remuneração desses grupos era de 43% a 57% inferior à dos brancos. A desigualdade de renda entre, de um lado, brancos e amarelos, e, de outro, pardos, pretos e indígenas, decrescia nos estratos com educação básica, porém, voltava a crescer no segmento com ensino superior, onde a defasagem em relação aos brancos variava de 28% (pardos) a 33% (pretos e indígenas). A defasagem de remuneração dos pardos em relação aos brancos caía para 22% entre os mestres e 18% entre os doutores. Os pretos, no entanto, continuavam recebendo bem menos que os brancos, mesmo com mestrado e doutorado (CGEE, 2012, Cap. 4, Tabela 4.5).

**Gráfico 14 - Distribuição da população ocupada por posições na ocupação ou situações do emprego no trabalho principal, por nível mais alto de instrução, Brasil (2010)**



**Fonte:** IBGE (Censo 2010). Elaborado pelo Núcleo de RHCTI do CGEE com base nos resultados da amostra do Censo 2010. Cf.: (CGEE; 2012, Cap. 4, Tabela 4.6).

A população ocupada na semana de referência do Censo era composta por 86,3 milhões de pessoas. A distribuição dessas pessoas por situação de emprego no trabalho

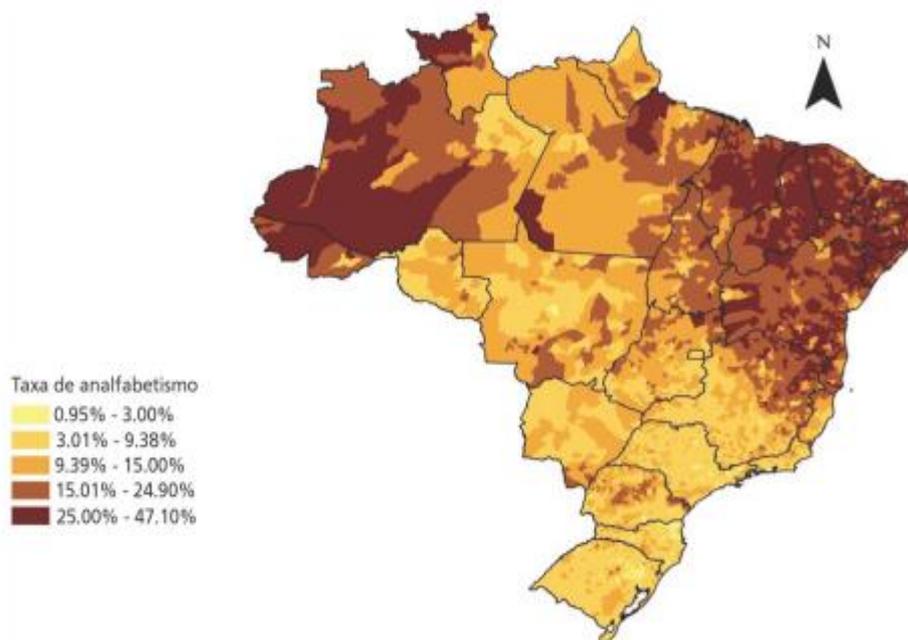
principal revelou que 39,1 milhões estavam empregados com carteira assinada (45,3%). Por outro lado, parcela significativa da população não possuía vínculo formal de emprego, ou seja, trabalhava por conta própria (21,5%), estava empregada sem carteira assinada (20,2%) ou envolvida na produção para o próprio consumo (4%). Além disso, 4,1 milhões pertenciam ao regime jurídico dos funcionários públicos (4,8%), enquanto apenas 1,7 milhões atuavam como empregadores (1,8%).

A situação de emprego dos brasileiros varia bastante em função do nível de instrução (Gráfico 14). De acordo com o Censo 2010, apenas 24,5% das pessoas sem instrução trabalhava com carteira assinada. O emprego com carteira assinada aumentava para 47,8% no segmento com ensino fundamental, crescia para 57,5% entre os que completaram o ensino médio e então caía nos estratos mais instruídos, alcançando praticamente metade dos que possuíam ensino superior ou mestrado e 42% dos doutores. Em contraposição, o trabalho sem carteira assinada se reduz de maneira contínua com a elevação dos níveis de escolaridade. Este tipo precário de situação de trabalho abrangia 27% das pessoas sem instrução, caía para 15% entre os trabalhadores com ensino médio e reduzia-se ainda mais nos segmentos com nível superior (8,5%), mestrado (7%) e doutorado (5%). Por outro lado, o emprego como funcionário público aumentava fortemente nos segmentos mais instruídos da população, atingindo 5,5% das pessoas com ensino médio, 18,6% dos trabalhadores com nível superior, 21,3% dos mestres e 33,3% dos doutores (CGEE, 2012).

### 3.2.2 Educação Básica

Um dos aspectos mais tristes da situação educacional da população brasileira são as elevadas taxas de analfabetismo ainda existentes em muitas localidades e regiões do País. Estatísticas da Diretoria de Estudos Sociais do Ipea, elaboradas com base nos Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostram que a taxa de analfabetismo da população com 15 ou mais anos de idade caiu mais de 50% entre 1991 e 2010. As maiores quedas foram observadas nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. No entanto, apesar dos avanços obtidos, as taxas de analfabetismo permaneciam extremamente altas nas regiões menos desenvolvidas do país, especialmente no Nordeste, onde o problema atingia 19% da população em 2010 (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014; ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2012, 2013).

Mapa 1 - Taxa de analfabetismo por município, Brasil (2010)



Fonte: IBGE (2010). Elaboração: IpeaMapas/Ipea. Cf.: (ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2013, Mapa 1).

Em 2010, o Brasil possuía 13,5 milhões de analfabetos, o equivalente a 9,4% da população com 15 ou mais anos de idade. O Mapa 1 apresenta a distribuição das taxas de analfabetismo por município brasileiro. As duas faixas com cores mais claras representam os municípios com taxas de analfabetismo inferiores à média nacional e as duas mais escuras, os municípios com taxas superiores à média nacional, com destaque para aqueles que possuíam taxas de analfabetismo maiores que 25%. O mapa evidencia as enormes desigualdades regionais que caracterizam o Brasil e permite observar que os municípios com menores taxas de analfabetismo concentram-se no centro-sul do País, especialmente no Distrito Federal e nos estados de Santa Catarina, Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul. Por outro lado, os municípios com maiores taxas de analfabetismo estão sobremaneira nas regiões Norte e Nordeste (ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2013, p. 186).

O problema do analfabetismo no Brasil é um legado histórico negligenciado por muitas décadas. Os estudos disponíveis revelam que, além da dimensão territorial, o problema se concentra na população rural, mais velha, pobre e negra. Em 2010, a situação mais grave era encontrada nos estados de Alagoas, Piauí, Paraíba e Maranhão, que possuíam taxas de analfabetismo superiores a 20%. Além disso, outros quatro estados do Nordeste possuíam taxas em torno de 18% – Ceará, Rio Grande do Norte, Sergipe e Pernambuco. Na

região Norte, Acre, Amazonas, Roraima, Pará e Tocantins possuíam taxas de analfabetismo superiores à média nacional (ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2012, 2013).

O Plano Nacional de Educação 2001-2010, sancionado pela Lei nº 10.172/01, tinha como meta a eliminação do analfabetismo. Como observado, esta meta não foi nem de longe alcançada, especialmente nos municípios mais pobres das regiões Norte e Nordeste. O novo PNE 2014-2024, aprovado pela Lei nº 13.005/2014, tem como meta elevar a taxa de alfabetização da população com 15 anos ou mais para 93,5% até 2015, erradicar o analfabetismo absoluto e reduzir em 50% a taxa de analfabetismo funcional até 2024. Trata-se de uma meta ambiciosa, que pode ser vista como uma tentativa de quitar uma dívida histórica com milhões de brasileiros excluídos do processo de modernização do País<sup>17</sup>.

Em relação à etapa inicial do ciclo escolar, no período de 1995 a 2012, a percentagem de crianças de 0 a 3 anos que frequentavam creches no Brasil cresceu de 8,6% para 23,5%, enquanto a de crianças de 4 e 5 anos que frequentavam a pré-escola aumentou de 48,1% para 82,2%. Os dados segmentados por renda familiar revelam como as desigualdades presentes na sociedade atingem as crianças desde a primeira infância. Em 2012, 44% das crianças de 0 a 3 anos pertencentes às famílias do estrato dos 25% mais ricos da população frequentavam creches e, por outro lado, apenas 16% daquelas que pertenciam às famílias dos 25% mais pobres tinham acesso a esse serviço. Ou seja, o segmento da população que mais necessita do auxílio das creches é o que menos dispõe desse tipo de serviço. No mesmo ano, enquanto 94,6% das crianças de 4 a 5 anos das famílias mais ricas frequentavam a pré-escola, apenas 77,6% das crianças das famílias mais pobres conseguiam ter acesso a este nível de ensino. Apesar desse quadro, ocorreram avanços importantes, pois a diferença entre o atendimento das crianças das famílias dos 25% mais ricos e dos 25% mais pobres na pré-escola caiu 19,4 pontos percentuais entre 2001 e 2012 (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014, p. 16-18).

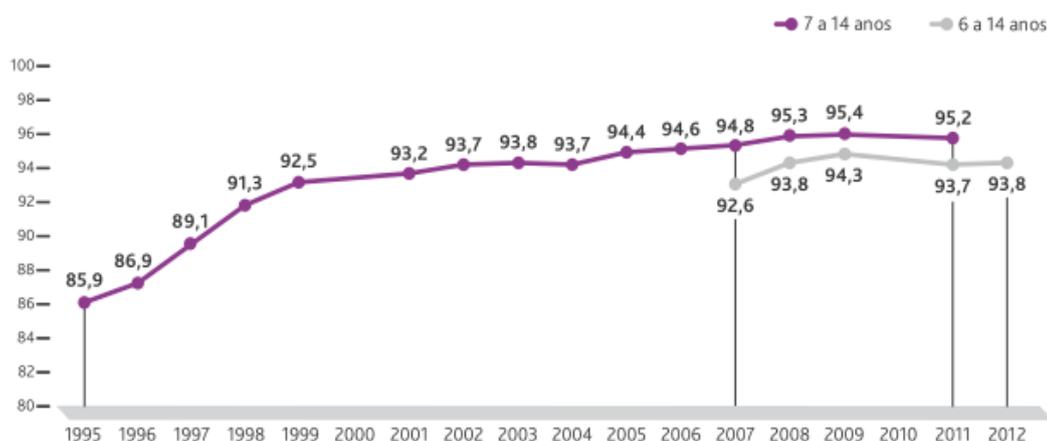
Desde a Constituição de 1934, o ensino fundamental se constitui em direito subjetivo do cidadão e dever do Estado. A atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

---

<sup>17</sup> Para a elaboração das estatísticas oficiais, o analfabetismo funcional é mensurado pela quantidade de indivíduos com menos de quatro anos de escolaridade. Em 2011, o Brasil possuía cerca de 30 milhões de analfabetos funcionais (20,7% da população com 15 ou mais anos de idade). As pesquisas mostram forte concentração dos analfabetos funcionais nos segmentos da população com menor renda. De acordo com o IPEA, nesse ano, quase 70% dos analfabetos funcionais possuía renda de até um salário mínimo e 91% recebiam até dois salários mínimos. Por outro lado, eles representavam apenas 0,4% dos brasileiros com renda superior a cinco salários mínimos (ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2013, p. 188-189). O movimento Todos pela Educação considera que a classificação do IBGE para o analfabetismo funcional não é muito eficaz porque, em virtude das deficiências existentes nos sistemas de ensino do País, anos de escolaridade não garantem efetivamente a alfabetização (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014, p. 82-83).

(LDBEN) estabelece esta etapa educacional como obrigatória e gratuita para todos brasileiros, inclusive para aqueles que não puderam frequentá-la na idade adequada (Lei Nº 9.394/96, art.4). É importante observar que o Brasil avançou bastante na promoção do acesso ao ensino fundamental para a população jovem (Gráfico 15). De 1995 a 2005, a taxa líquida de matrícula dos brasileiros de 7 a 14 anos de idade neste nível de ensino passou de 85,9% para 94,4%. Porém, desde então o ritmo de ampliação tem sido lento e a meta de universalização do acesso prevista no PNE 2001-2010 não foi cumprida. Em 2009, o ensino fundamental foi ampliado para a faixa etária de 6 a 14 anos, passando de oito para nove anos. Essa foi uma conquista importante dos movimentos sociais que lutam pela melhoria da educação nacional, com potencial para atingir especialmente as camadas menos favorecidas da população, que têm maiores dificuldades de acesso à pré-escola.

Gráfico 15 - Taxa líquida de matrícula no Ensino Fundamental, Brasil (1995-2012)

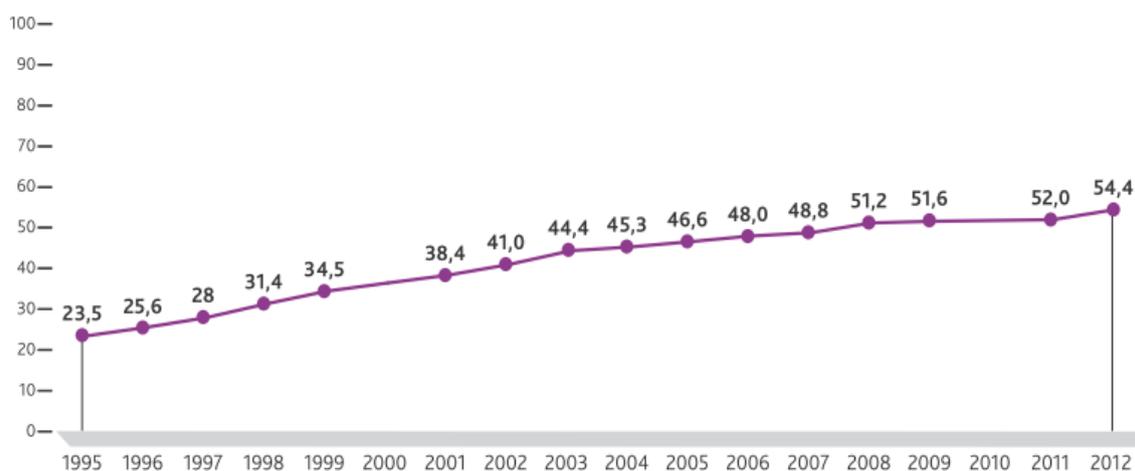


Fonte: Pnad (IBGE). Elaboração: Todos pela Educação. Cf.: (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014, p. 24).

O desafio atual do País é o de garantir a conclusão do ensino fundamental com qualidade para todos e na idade adequada. Esse desafio foi expresso no PNE 2014-2024, que tem como uma de suas metas "*universalizar o Ensino Fundamental de nove anos para toda a população de 6 a 14 anos e garantir que pelo menos 95% dos alunos concluam esta etapa na idade recomendada*" (Lei nº 13.005/14). Como será visto adiante, trata-se de um desafio de grande envergadura, que envolve a adoção de políticas públicas consistentes que assegurem a permanência e o bom desempenho dos alunos na escola. Isso porque os sistemas públicos de ensino enfrentam problemas crônicos de distorção idade-série e evasão escolar, relacionados a altos índices de reprovação e déficit de aprendizagem dos alunos. Os estudos indicam que a repetência e a evasão escolar têm origem na desigualdade social e atingem principalmente as crianças e jovens de famílias com menor renda.

De acordo com estatísticas do Movimento Todos pela Educação, no período de 2001 a 2012, o percentual de jovens que concluiu o ensino fundamental até os 16 anos no Brasil passou de 46,5% para 67,4%. A média nacional, no entanto, esconde diferenças regionais significativas. Em 2012, o percentual de concluintes na idade adequada variou entre 71,4% e 77,5% nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. Por outro lado, no Nordeste este percentual atingiu 56,9% e, na região Norte, apenas 51,6% (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014).

**Gráfico 16 - Taxa líquida de matrícula no Ensino Médio, Brasil (1995-2012)**



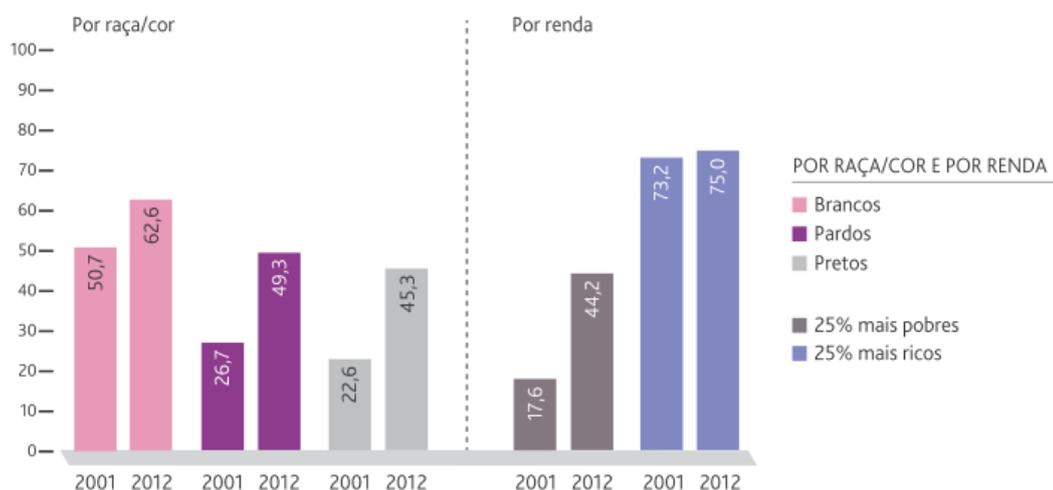
**Fonte:** Pnad (IBGE). Elaboração: Todos pela Educação. Cf.: (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014, p. 31).

O problema da distorção idade-série manifesta-se de forma mais intensa no ensino médio. De 2001 a 2012, a taxa de atendimento escolar dos jovens de 15 a 17 evoluiu de 78,4% para 81,2%, enquanto a taxa líquida de matrícula no ensino médio passou de 38,4% para 54,4% (Gráfico 16). Isso significa que, no início da década, 40% dos jovens que deveriam estar cursando o ensino médio frequentavam outros níveis ou modalidades de ensino. Onze anos depois, esse problema ainda atingia quase 27% dos jovens de 15 a 17 anos. Os estudos indicam que o fraco desempenho escolar e a reprovação provocam a distorção idade-série que, por sua vez, estimula o abandono escolar (IPEA, 2006; TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014).

A PNAD 2012 revelou que mais de 3,3 milhões de crianças e adolescentes entre 4 e 17 anos de idade estavam fora da escola no Brasil. Desse total, 1,2 milhão possuía 4 ou 5 anos de idade; 507 mil, de 6 a 14 anos e mais de 1,6 milhão, entre 15 e 17 anos. Dados organizados pelo Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais (Inep) mostram a relação entre ciclo de vida das crianças e adolescentes e fracasso escolar. Em 2011, enquanto 95,4% das crianças de 6 anos frequentavam a escola, somente 76,2% das crianças com 12 anos

havam concluído o 5º ano do ensino fundamental e apenas 62,7% dos adolescentes de 16 anos terminaram essa etapa de ensino. No mesmo ano, menos da metade dos jovens de 19 anos havia concluído o ensino médio (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014, p. 38).

**Gráfico 17 - Taxa líquida de matrícula no Ensino Médio, por cor/raça e por renda, Brasil (2001 e 2012)**



**Fonte:** Pnad (IBGE). Elaboração: Todos pela Educação. Cf.: (TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014, p. 31).

Os problemas da distorção idade-série e do abandono escolar atingem principalmente os mais pobres e os negros (Gráfico 17). Em 2001, a taxa líquida de matrícula no ensino médio dos 25% mais ricos da população (73,2%) era mais de quatro vezes superior à taxa dos 25% mais pobres (17,6%). Por outro lado, entre os jovens de 15 a 17 anos, enquanto mais da metade dos brancos estava matriculada no ensino médio, apenas 26,7% dos pardos e 22,6% dos pretos frequentavam esse nível de ensino. Em 2012, a taxa líquida de matrícula dos jovens pertencentes às famílias mais ricas (75,0%) ainda era mais de trinta pontos percentuais superior à dos jovens das famílias mais pobres (44,2%), e menos da metade dos jovens negros cursava o ensino médio na idade adequada. De modo geral, as políticas de inclusão social adotadas ao longo da década provocaram melhorias significativas no acesso da população à educação básica. Porém, as desigualdades educacionais entre pobres e ricos, e entre brancos e não-brancos, continuam elevadas.

As questões relacionadas ao baixo nível de aprendizagem, à reprovação, distorção idade-série e evasão escolar trazem à luz outro problema estrutural dos sistemas de ensino no Brasil, a qualidade da educação básica, especialmente nas redes e instituições públicas de ensino. Por isso, um dos maiores desafios do País, expresso no novo PNE 2014-2024, é oferecer educação básica de qualidade para todas as crianças e jovens brasileiros.

Em 2007, o Governo Federal criou um indicador unificado de monitoramento e avaliação dos sistemas de educação básica, o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), calculado pelo Inep para os anos iniciais e finais do ensino fundamental e também para o ensino médio de escolas públicas e privadas de todo o Brasil. O IDEB é composto por uma medida de desempenho em exames padronizados (Prova Brasil e SAEB) e outra de fluxo escolar, calculada com base em dados de aprovação dos alunos<sup>18</sup>.

A série histórica do IDEB teve início em 2005, ano que serviu de referência para o estabelecimento de metas bienais de qualidade a serem atingidas pelo País e também por escolas, municípios e Unidades da Federação. O estabelecimento de metas diferenciadas e específicas para essas instâncias visava contribuir para que, por meio de um esforço conjunto, o Brasil alcançasse o nível educacional médio observado nessa época nos países da OCDE. Em 2005, numa escala de 0 a 10, a média nacional do IDEB foi de 3,8 pontos para os anos iniciais do ensino fundamental, de 3,5 pontos para os anos finais desse nível de ensino e de 3,4 pontos para o ensino médio. O novo PNE 2014-2024 ratificou legalmente as metas nacionais para o período de 2015 a 2021. De acordo com o plano, até o final do período, as médias nacionais do IDEB devem ser de 6,0 pontos para os anos iniciais, de 5,5 pontos para os anos finais do ensino fundamental e de 5,2 pontos para o ensino médio (Lei nº 13.005/14).

As avaliações disponíveis revelam que, de modo geral, as metas estabelecidas para o IDEB em nível nacional foram cumpridas nos anos de 2007, 2009, 2011 e 2013. No entanto, o ritmo de melhoria na qualidade da educação tem sido relativamente lento. Os dados divulgados pelo INEP mostram que, em todos os níveis de ensino, o desempenho dos alunos das redes privadas é superior ao dos alunos das redes públicas. Além disso, verifica-se que o desempenho dos alunos entre os anos iniciais do ensino fundamental e o ensino médio cai de maneira mais acentuada nas redes públicas. Por outro lado, assim como no setor público, a melhoria do desempenho dos alunos das instituições particulares de ensino tem sido lenta, evidenciando que muitas dessas instituições também enfrentam problemas de qualidade no

---

<sup>18</sup> O IDEB cobre o universo de escolas de educação básica que participam da Prova Brasil, exame censitário para as turmas do 5º e 9º ano do ensino fundamental das redes públicas. No caso das privadas, o cálculo do indicador considera uma amostra de escolas que participam do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), exame amostral aplicado aos alunos do 5º e 9º ano do ensino fundamental e aos alunos do 3º ano do ensino médio de escolas públicas e privadas de todo o País. Com base nesses dois instrumentos, é calculado o percentual de alunos com aprendizado adequado em língua portuguesa e em matemática. Os dados sobre fluxo escolar são obtidos por meio do Censo da Educação Básica.

ensino (ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2012, 2013; TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014).

Os dois principais exames que compõem o IDEB, Prova Brasil e SAEB, permitem avaliar se os alunos possuem desempenho adequado, em língua portuguesa e em matemática, para a série que estão cursando. Análise do IPEA sobre os dados da Prova Brasil 2011 revelou que o desempenho médio das escolas brasileiras ao final do 5º ano do ensino fundamental foi muito baixo e que mais de 20% das escolas tiveram médias de proficiência no 9º ano do ensino fundamental que deveriam ser observadas desde o 5º ano. Além disso, verificou-se que os dados nacionais escondem diferenças significativas. Os dados desagregados por Unidade da Federação revelam que os estados das regiões Norte e Nordeste concentram a maioria das escolas com níveis de proficiência inferiores à média nacional (IPEA, 2013; TODOS PELA EDUCAÇÃO, 2014).

### **3.2.3 Educação Profissional e Tecnológica**

A extrema desigualdade presente na estrutura da sociedade brasileira influenciou diretamente a conformação de uma dualidade estrutural no campo educacional entre, de um lado, uma educação voltada para as elites e classes médias e, de outro, um ensino voltado para as classes subalternas. Os mais de três séculos de escravidão no Brasil deixaram como herança grande separação entre trabalho intelectual e trabalho manual e também o desprezo das elites pela educação profissional e pelos ofícios técnicos. O não entendimento da educação profissional sob a ótica do direito ao trabalho e à cidadania, reduzindo-a ao papel de mera “formação de mão de obra”, contribuiu para a perpetuação da distinção social entre uma educação voltada para os ricos, científica e propedêutica, e outra voltada para os pobres, profissionalizante e sem vinculação com escolarização.

As origens da educação profissional no Brasil podem ser encontradas ainda no período colonial, em ações ocasionais e assistencialistas destinadas a “amparar os órfãos e os demais desvalidos da sorte”. Porém, apenas no início do século XX, ocorreu um esforço público de organização da formação profissional com o objetivo de preparar operários para o exercício profissional. Com o desenvolvimento do processo de industrialização, a partir da década de 1930, se consolida uma demanda crescente dos setores empresariais da sociedade por contingentes de profissionais especializados, tanto para a indústria quanto para os setores de comércio e serviços.

A Constituição outorgada de 1937 estabeleceu a educação profissional como um “dever do Estado” para com as “classes menos favorecidas” (Art. 129). Esta determinação possibilitou a promulgação das chamadas Leis Orgânicas do Ensino Profissional e também a criação de entidades especializadas como o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), em 1942, e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), em 1946, bem como a transformação das antigas Escolas de Aprendizes Artífices em Escolas Técnicas Federais. Ainda em 1942, o Governo Vargas, por meio de Decretos-Lei, estabeleceu o conceito de menor aprendiz para os efeitos da legislação trabalhista e dispôs sobre a “Organização da Rede Federal de Estabelecimentos de Ensino Industrial”. Com essas providências, o ensino profissional se consolidou no Brasil, embora ainda continuasse a ser preconceituosamente considerado como uma educação de segunda categoria.

De acordo com a atual LDBEN, a educação deve compreender os processos formativos que se iniciam na vida familiar, na convivência humana e se desenvolvem, especialmente, nas instituições de ensino e no trabalho. O ensino médio, última etapa da educação básica, tem por finalidade, entre outras, a preparação básica para o trabalho, de modo que, atendida a formação geral do educando, também pode formar para o exercício de profissões técnicas. Segundo a LDBEN vigente, a educação profissional “*deve estar integrada às diferentes formas de educação, ao trabalho, à ciência e à tecnologia*” (Lei nº 9.394/96). Trata-se, portanto, de um fator estratégico para o desenvolvimento nacional e para a redução das desigualdades regionais e sociais que assolam o País.

Apesar das grandes iniquidades existentes entre as redes e sistemas de ensino, o pacto federativo instituído pela Constituição de 1988 e pela LDBEN, contraditoriamente, estabelece de forma indiferenciada as mesmas responsabilidades para municípios e estados com níveis diferenciados de desenvolvimento. O pacto federativo da educação é ainda mais frágil no que se refere às modalidades da educação: Profissional e Tecnológica (EPT); de Jovens e Adultos (EJA); Especial; e à Distância (EAD). Particularmente em relação a EPT, não há uma definição explícita na legislação sobre o compartilhamento de responsabilidades entre os entes federativos quanto ao financiamento e à manutenção dessa modalidade educacional. A Lei estabelece apenas que “*...o aluno matriculado ou egresso do ensino fundamental, médio e superior, bem como o trabalhador em geral, jovem ou adulto, contará com a possibilidade de acesso à educação profissional*” (Lei nº 9.349/96, Art. 39). Por isso,

somente o governo federal e algumas unidades da federação constituíram redes públicas de Educação Profissional e Tecnológica (EPT).

Na maior parte dos casos, a oferta dessa modalidade educacional ficou restrita às redes privadas de ensino, com forte concentração em cursos de qualificação profissional sem vinculação com escolarização (básicos ou de formação inicial e continuada) e oferta reduzida de cursos técnicos de nível médio. De acordo com o Censo da Educação Profissional, realizado pelo Inep em 1999, a rede de educação profissional no Brasil era composta por 3.948 instituições de ensino, sendo a maior parte mantida pela iniciativa privada (67,3%). O Censo também revelou grande concentração de cursos e matrículas nos setores de serviços e industrial (INEP, 2000).

O sistema público de educação profissional e tecnológica é composto pelo conjunto de escolas técnicas e agrotécnicas, centros de educação tecnológica, faculdades de tecnologia, institutos e universidades (que ofertam cursos tecnológicos) vinculados, principalmente, aos governos federal e estaduais. Segundo o Censo da Educação Profissional, as redes públicas abarcavam 43% das instituições responsáveis pela oferta de cursos técnicos de nível médio e 23,2% das instituições que ofertavam cursos superiores de tecnologia. Em 1999, existiam apenas 150 Instituições Federais de Educação Profissional e Tecnológica (IFETs), responsáveis por 11,8% das matrículas em cursos técnicos e 17% das matrículas em cursos superiores de tecnologia. Já as redes estaduais respondiam por 37% das matrículas em cursos técnicos e 14,5% das matrículas em cursos tecnológicos e estavam fortemente concentradas nas regiões Sul e Sudeste, especialmente nos estados de São Paulo (181 instituições) e Paraná (146 instituições).

Por outro lado, o setor privado de educação profissional é composto por um conjunto amplo e diferenciado de redes e instituições, entre as quais: redes de instituições vinculadas ao chamado “Sistema S”, incluindo os Serviços Nacionais de Aprendizagem e de Serviço Social, mantidos por contribuições compulsórias sobre a folha de pagamento de empresas privadas; escolas técnicas privadas; universidades privadas, que oferecem cursos superiores de tecnologia; escolas e centros mantidos por sindicatos de trabalhadores; escolas e fundações mantidas por grupos empresariais; organizações não-governamentais de cunho religioso, comunitário e educacional.

Durante a década de 1990, houve um crescimento acelerado do ensino privado em detrimento do público, especialmente da oferta de cursos básicos de educação profissional,

sem vinculação com elevação de escolaridade, e de cursos superiores de tecnologia, muitos deles sem identidade própria e de qualidade duvidosa. No final da década, o setor privado representava 57,6% das instituições que ofereciam cursos básicos (ou de formação inicial e continuada), 64,4% das instituições responsáveis por cursos técnicos de nível médio e 76,7% das instituições que ofertavam cursos superiores de tecnologia.

O exame das condições de oferta da educação profissional e tecnológica no País impôs a necessidade de se repensar esta modalidade educacional. Indicadores publicados pelo Dieese no Anuário dos Trabalhadores 2000-2001, obtidos a partir dos dados do Inep/MEC e da Pnad/IBGE, revelaram que os níveis de atendimento da população em idade escolar no ensino técnico e tecnológico eram extremamente reduzidos. Considerando a relação entre o número de matrículas na educação profissional e o total da população em idade escolar, verificou-se que apenas 3,87% da população era atendida em cursos técnicos de nível médio e somente 0,27%, em cursos superiores de tecnologia (MANFREDI, 2002, p. 150).

Ainda na década de 1990, com o objetivo de expandir a educação profissional, o Governo Federal promoveu a chamada Reforma da Educação Profissional, que tinha como diretrizes a ampliação da oferta da educação profissional desarticulada da educação básica, a elevação dos investimentos privados, o incentivo à constituição de redes estaduais e à ampliação do segmento privado e “comunitário”. Seguindo estas diretrizes, a partir de 1997, o Ministério da Educação (MEC) financiou a construção de escolas das redes estaduais e privadas, por meio do Programa de Expansão da Educação Profissional (PROEP), realizado em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Porém, muitos estados não conseguiram colocar suas escolas em funcionamento, por falta de recursos para manutenção das instituições, e algumas escolas financiadas pelo programa sequer foram concluídas.

Em virtude da fragilidade das redes estaduais, as políticas públicas de educação profissional implementadas pelo Governo Federal nos dois mandatos do Presidente Fernando Henrique Cardoso (1995-2003) tiveram consequências ambíguas. Por um lado, permitiram uma expansão significativa da oferta de cursos nos diferentes níveis da EPT e, por outro, contribuíram para o recrudescimento da velha dualidade ente ensino acadêmico e profissionalizante. Contraditoriamente, o Decreto 2.208/97, ao estabelecer que a educação profissional contaria com uma organização curricular própria e independente do ensino

médio, representou grave retrocesso na busca de uma concepção unitária em termos da formação a ser alcançada por meio do ensino médio. Diversos estudos ressaltaram os efeitos deletérios dessa política sobre a qualidade da educação profissional, especialmente em consequência da separação compulsória entre os ensinos técnico e médio. O princípio da integração entre formação geral e profissional foi resgatado apenas no Governo Lula, por meio do Decreto nº 5.154/04, que instituiu a modalidade de ensino médio integrado à educação profissional técnica de nível médio (GENTILI, 1995; KUENZER, 1997; FERRETI, 1997; FERRETI; SILVA; OLIVEIRA; 1999).

O principal sistema de educação profissional do Brasil é formado pelas instituições que compõem a rede federal de educação profissional e tecnológica. Algumas dessas instituições tiveram origem em 1909, quando foram criadas as primeiras Escolas de Aprendizes e Artífices em dezenove capitais brasileiras. Ao longo do Século XX, a rede federal se expandiu e passou por mudanças que tiveram grande impacto em sua identidade institucional. Em 1946, as antigas escolas de aprendizes foram transformadas em Escolas Técnicas Federais e, em 1978, as escolas técnicas de Minas Gerais, do Paraná e do Rio de Janeiro se tornaram Centros Federais de Educação Tecnológica (Cefets). Duas décadas depois, em 1999, foram criados os Cefets da Bahia e do Maranhão. Segundo Sílvia Manfredi:

Os Cefets ofereciam cursos regulares de nível tecnológico superior de administração, de hotelaria, de engenharia industrial e de tecnologias nas áreas de construção civil, de manutenção (mecânica, petroquímica, elétrica e eletrônica) e de processamento petroquímico. Além disso, atuavam na formação de professores das disciplinas básicas para as escolas técnicas e das disciplinas profissionalizantes do 2º. Grau. Ofereciam também cursos de pós-graduação *lato sensu* (especialização) e *stricto sensu*, em nível de mestrado[...] Quando da criação do Sistema Nacional de Educação Tecnológica (Lei 8.948, de 8 de dezembro de 1994), previa-se que todas as escolas técnicas federais seriam alçadas à categoria de Cefets. A referida lei dispôs sobre a transformação em Cefet das 15 escolas técnicas federais existentes e, ainda, após avaliação de desempenho a ser desenvolvida e coordenada pelo MEC, das demais 37 escolas agrotécnicas federais distribuídas por todo o País (MANFREDI, 2002, p. 162).

Acompanhando a crescente urbanização e a diversificação das atividades econômicas do País, os Cefets, escolas técnicas e agrotécnicas ampliaram progressivamente a oferta de cursos e programas para uma gama abrangente de qualificações e habilitações profissionais, em diferentes níveis e modalidades de ensino. Este processo favoreceu a ampliação de seus públicos alvos, a inclusão de novas áreas de conhecimento, a “verticalização” da oferta da educação profissional e a incorporação de atividades de pesquisa e de extensão.

No período de 1999 a 2004, a rede federal experimentou taxas de crescimento na oferta de cursos e vagas poucas vezes alcançadas ao longo da história educacional brasileira. A expansão manifestou-se no incremento do número de matrículas (crescimento de 25% no ensino médio, 116% no ensino técnico, 1.208% no ensino tecnológico e 1.358% nas licenciaturas), bem como na diversificação dos cursos oferecidos, com destaque para a implantação dos cursos superiores de tecnologia e de pós-graduações tecnológicas. Apesar do crescimento do ensino, não houve expansão significativa da rede de instituições que, até 2002, era composta por 140 unidades, incluindo Cefets e suas unidades descentralizadas, escolas agrotécnicas federais, escolas técnicas vinculadas às universidades, Escola Técnica Federal de Palmas e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

A partir de 2003, com revogação de dispositivos da Lei nº 9.649/98, cujas restrições praticamente impediam a criação de novas instituições, o Ministério da Educação (MEC) iniciou a implementação do Plano de Expansão da Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica. A primeira fase do plano de expansão promovido pelo Governo Lula visava atender localidades do interior do país e periferias de grandes centros urbanos, além dos estados que não contavam com unidades da rede (Mato Grosso do Sul, Acre, Amapá e Distrito Federal), e previa a implantação de 33 novas unidades dos Cefets, cinco escolas técnicas e quatro escolas agrotécnicas até 2007. A segunda fase, integrada às ações do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), tinha como meta beneficiar o maior número de mesorregiões brasileiras, facilitando o acesso de populações até então desassistidas ao ensino profissional, técnico e tecnológico, e previa a criação de outras 184 unidades de ensino até o final de 2010. Como resultado, entre 2003 e 2010, o MEC criou 214 novas unidades de ensino e também federalizou outras escolas.

Em 2008, o governo instituiu a chamada Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT) e criou 38 Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (Ifets), por meio da aglutinação da maioria dos Cefets, escolas técnicas e agrotécnicas até então existentes. Os Ifets foram concebidos como “*instituições de educação superior, básica e profissional, pluricurriculares e multicampi, especializados na oferta de educação profissional e tecnológica nas diferentes modalidades de ensino, com base na conjugação de conhecimentos técnicos e tecnológicos com as suas práticas pedagógicas*” (Lei nº 11.892/08. Art. 2º).

As instituições da rede federal de educação profissional tornaram-se importantes centros de referência para os sistemas estaduais, municipais e privados de educação. Essas instituições oferecem desde cursos básicos (de formação inicial e continuada de trabalhadores) e cursos técnicos de nível médio (integrados ou não ao ensino médio), até cursos superiores de tecnologia, licenciaturas, bacharelados e programas específicos de formação de professores para disciplinas técnicas e de engenharia, nas mais diversas áreas do conhecimento. Além disso, algumas instituições também possuem cursos e programas de pós-graduação *lato sensu* e *stricto sensu*. Apesar das unidades-sede estarem geralmente localizadas nas capitais, a rede apresenta grande capilaridade sobre o território nacional por meio de suas unidades descentralizadas que, muitas vezes, estão situadas em localidades no interior e distantes dos grandes centros urbanos.

Reconhecidas pela qualidade da educação que oferecem, as instituições federais possuem considerável capacidade instalada e grande experiência metodológica nos diversos setores da produção industrial, agropecuária e de serviços. Contudo, mesmo preservando sua identidade como instituições de educação profissional, existe grande heterogeneidade na rede, tanto em relação aos níveis e modalidades de ensino ofertados, como em relação ao desenvolvimento de atividades de pesquisa.

De acordo com o Censo da Educação Básica, de 2007 a 2013, o número de matrículas no ensino técnico de nível médio, em todas as modalidades, passou de 780 mil para 1.441 mil. Essa expansão foi liderada pelo crescimento das matrículas na rede federal, de 108%, seguido pelo aumento nas redes estaduais, de 93,9%, e, por último, na rede privada, de 78,5%. Mesmo assim, em 2013, as instituições privadas ainda concentravam quase a metade das matrículas no ensino técnico (48%), enquanto as estaduais respondiam por 34%, as federais por 16% e as municipais por 2% das matrículas (INEP, 2014: 29).

Avaliação realizada pelo Ipea constatou que, apesar do processo de expansão, diversas áreas do País não contavam com unidades da rede federal educação profissional em 2010. Além disso, na maioria das microrregiões, o número de matrículas por mil habitantes no ensino técnico federal ainda era muito reduzido. A situação era mais complexa nas regiões Norte e Centro-Oeste, onde muitas microrregiões possuem grandes extensões territoriais, dificultando o acesso da população a unidades de ensino localizadas em municípios distantes. O mesmo não acontecia nas regiões Sul e Sudeste, assim como na maioria dos estados nordestinos. Por isso, o diagnóstico indicava a necessidade de se considerar a

heterogeneidade da ocupação territorial brasileira na política de expansão da rede federal de ensino promovida pelo governo (ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2013).

O estudo do Ipea constatou que, entre 2010 e 2011, o número de municípios atendidos pela rede federal passou de 242 para 340 e que as maiores taxas de crescimento foram registradas nas regiões Centro-Oeste (66,7%), Nordeste (58,3%) e Norte (38,5%). Além disso, houve ampliação significativa das matrículas no ensino técnico de nível médio em cada uma dessas regiões, bem maior do que a observada nas regiões Sul e Sudeste. Como as três regiões eram aquelas que possuíam menores taxas de atendimento educacional da população por outras redes de ensino, a implantação de novas unidades da rede federal e a ampliação das matrículas contribuem para a redução das desigualdades de acesso à educação no Brasil.

Em 2011, o Governo Dilma criou o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec), por meio da Lei 12.513, com o objetivo de “*expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de educação profissional e tecnológica no país, além de contribuir para a melhoria da qualidade do ensino médio público*”. Dando continuidade ao plano de expansão da rede federal, entre 2011 e 2014, o MEC investiu R\$ 3,3 bilhões e entregou 208 novas unidades de ensino. Em 2014, a rede federal contava com 562 unidades, incluindo 38 Ifets e suas unidades vinculadas, dois Cefets, 25 escolas técnicas de universidades federais, o Colégio Pedro II e a Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Além da expansão da rede federal, o Pronatec previa o apoio à: expansão das redes estaduais de educação profissional; oferta de cursos na modalidade de ensino à distância; ampliação de vagas gratuitas em cursos técnicos e de qualificação ofertados pelo “Sistema S”; financiamento estudantil para a realização de cursos em instituições privadas de ensino; concessão de bolsas de estudo para cursos técnicos ou de formação inicial e continuada, com prioridade para estudantes da rede pública, trabalhadores, beneficiários do Programa Bolsa Família, pessoas com deficiência, populações rurais, indígenas, afrodescendentes e quilombolas. De modo geral, identifica-se certa ambiguidade nas políticas adotadas pelo governo federal nos últimos anos, à exemplo do Pronatec. Ao mesmo tempo em que promoveram a expansão do ensino público, essas políticas investiram fortemente no ensino privado, sem o necessário controle de qualidade e a garantia de que o investimento público está sendo revertido em melhorias efetivas na educação do povo brasileiro.

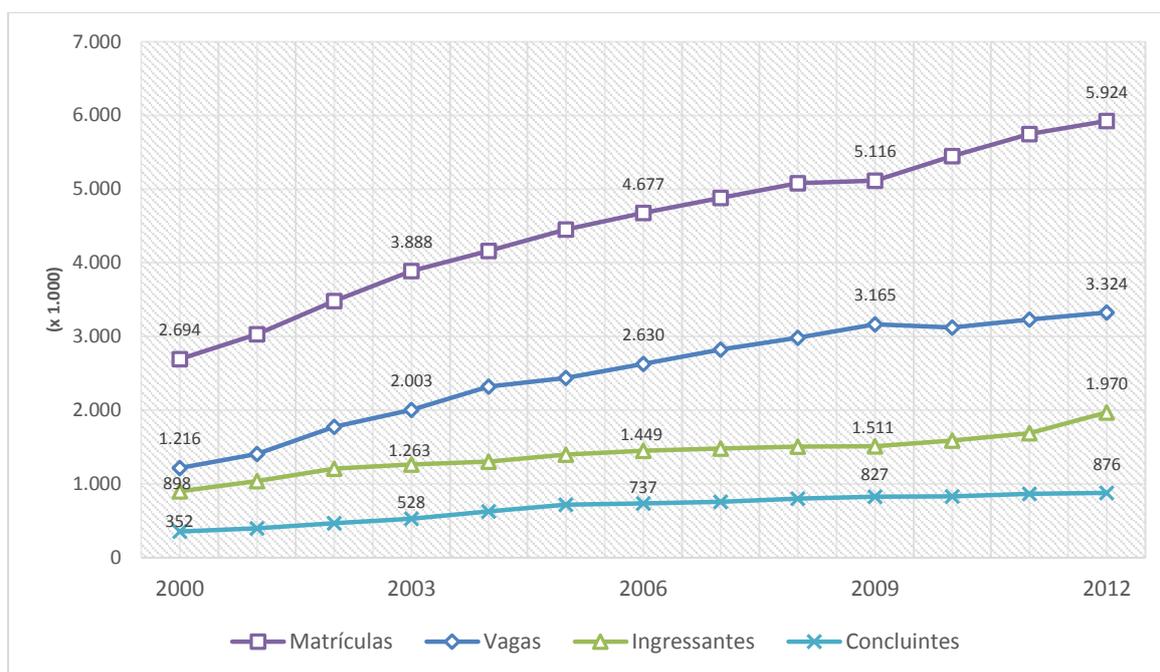
### 3.2.4 Educação Superior

Um dos maiores desafios do Brasil é ampliar a proporção de pessoas com formação superior. A atual LDBEN estabelece as seguintes finalidades para a educação superior: i) estimular a criação cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo; ii) formar pessoas nas diferentes áreas de conhecimento; iii) incentivar o trabalho de pesquisa e investigação científica; iv) promover a divulgação de conhecimentos culturais, científicos e técnicos; v) suscitar o desejo permanente de aperfeiçoamento cultural e profissional; vi) estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente; vii) promover a extensão (Lei Nº 9.394/96, Art.43º).

De acordo com o Censo da Educação Superior do Inep, em 2012, o Brasil possuía 2.416 Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas desigualmente pelo território nacional, sendo 846 localizadas em capitais e 1.570 no interior do País. Deste total, 193 estavam organizadas academicamente como universidades, 139 como centros universitários, 2.044 como faculdades e 40 como institutos federais ou centros federais de educação tecnológica (INEP, 2013). Os dados do Censo revelaram forte concentração de instituições nos estados e localidades mais desenvolvidos, especialmente das regiões Sul e Sudeste, onde também se concentra o parque industrial, científico e tecnológico do País. Apenas a região Sudeste reunia quase a metade das IES brasileiras, sendo que 25% estavam localizadas no Estado de São Paulo (598 instituições), 14% em Minas Gerais (346 instituições) e 6% no Rio de Janeiro (141 instituições). A região Sul também concentrava quantidade expressiva de instituições, especialmente no Paraná. Além disso, de modo geral, os estados do eixo sul-sudeste possuem redes de ensino com maior capilaridade, com grande parte das IES localizadas no interior.

Uma comparação revela a dimensão das desigualdades regionais existentes no sistema brasileiro de ensino superior. Em 2012, o número de IES do Estado de São Paulo correspondia ao somatório de todas as instituições presentes nas regiões Norte e Nordeste do País. A região Nordeste contava com 444 instituições, concentradas especialmente na Bahia (116 instituições) e em Pernambuco (96 instituições), sendo que Sergipe, Rio Grande do Norte, Alagoas, Paraíba, Piauí e Maranhão possuíam redes de ensino pouco consolidadas. Por outro lado, existiam apenas 154 instituições na região Norte, localizadas principalmente nas capitais dos estados. Finalmente, a região Centro-Oeste possuía 236 instituições, com maior concentração em Goiás, Distrito Federal e Mato Grosso.

Gráfico 18 - Indicadores selecionados da Educação Superior, Brasil (2000-2012)



**Fonte(s):** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). Evolução do Ensino Superior - Graduação, 1980-1998. MEC-Inep, Brasília: 2000. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). Sinopse Estatística do Ensino Superior- Graduação. MEC/Inep, Brasília: vários anos em <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse> (tabelas 4.2, 5.1 e 6.1). Elaboração do autor com dados organizados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN / MCTI), disponíveis em: <http://www.mcti.gov.br/index.php/content/view/8498.html>.

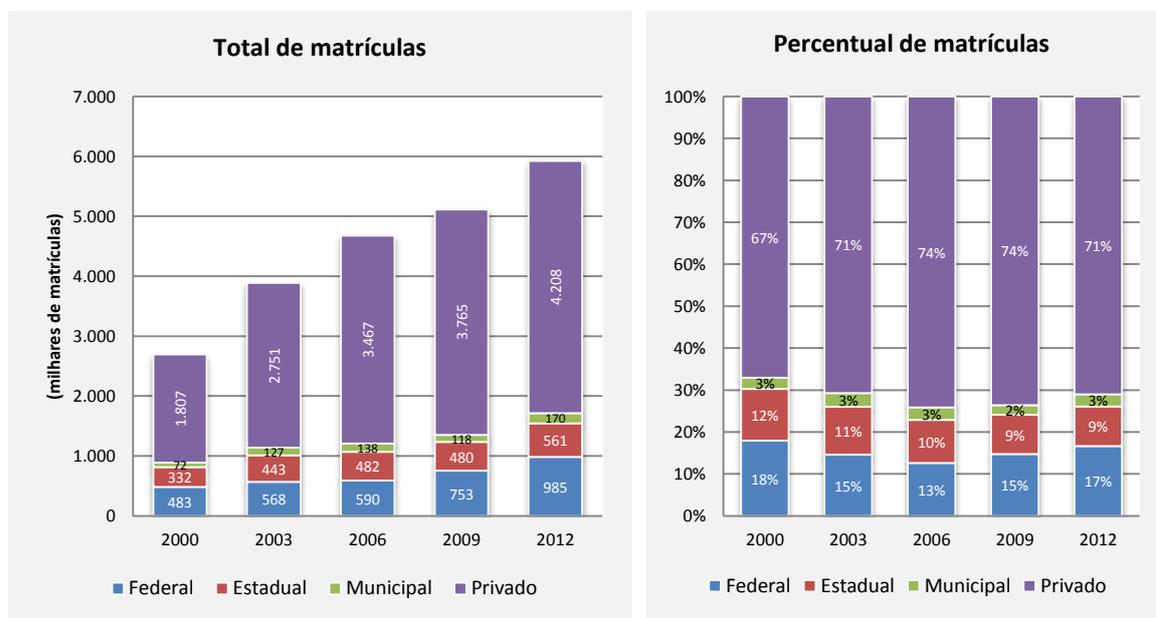
Desde o início da década de 2000, o ensino superior brasileiro vivenciou uma expansão significativa, claramente observada nos indicadores de oferta (número de cursos presenciais e de vagas), de demanda (candidatos, ingressos e matrículas) e de resultado (concluintes). De 2000 a 2012, como se observa no Gráfico 18, o número de vagas nas redes públicas e privadas cresceu mais de 170% (de 1,2 milhões para 3,3 milhões), o número de matrículas cresceu 120% (de 2,7 para quase 6 milhões) e número de concluintes aumentou 150% (de 352 mil para 876 mil). Verifica-se, assim, que o número de vagas cresceu mais do que os de ingressantes e de matrículas. De 2006 a 2010, particularmente, a quantidade de ingressantes aumentou pouco, revelando uma tendência de arrefecimento da demanda qualificada de estudantes pelo ensino superior. Apesar da forte expansão, a taxa de frequência líquida neste nível de ensino fechou a década em menos da metade da meta de 30% estipulada pelo PNE 2001-2010<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Segundo dados da PNAD, apenas 14% da população brasileira entre 18 e 24 anos frequentava o ensino superior em 2009 (ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2012). De modo geral, as evidências indicam que para alcançar a meta estabelecida pelo PNE 2014-2024, que visa elevar a taxa líquida de matrícula no ensino superior para 33% da população de 18 a 24 anos, serão necessárias políticas públicas efetivas que associem a melhoria da educação básica com uma forte expansão da educação superior, especialmente nas localidades e regiões menos desenvolvidas do País.

A partir de meados da década de 1990, a expansão do ensino superior brasileiro se realizou, principalmente, por meio da criação de instituições privadas de ensino. Durante o governo de Fernando Henrique Cardoso (1995-2003), a expansão do setor privado ocorreu simultaneamente à estagnação do investimento no ensino superior público. Desde então, o ensino privado conquistou espaço progressivamente.

Os dados do censo da educação superior mostram enorme concentração de instituições e matrículas na rede privada. Em 2012, existiam 2.112 instituições privadas de ensino superior (87% das IES brasileiras), sendo que 90% eram faculdades, 6% centros universitários e apenas 4% eram universidades. Por outro lado, a rede pública era composta por 304 instituições, sendo 103 federais, 116 estaduais e 85 municipais. A rede federal era formada, principalmente, pelo conjunto de universidades federais, com 59 instituições, e pela rede federal de educação profissional e tecnológica, com 40 instituições. No mesmo ano, as redes estaduais contavam com 38 universidades estaduais, um centro universitário e 77 faculdades. Finalmente, as IES municipais estavam organizadas principalmente como faculdades (76%) e se concentravam em poucos estados - especialmente em São Paulo, Pernambuco e Santa Catarina (INEP, 2013).

**Gráfico 19 - Evolução das matrículas na Educação Superior por dependência administrativa, em números absolutos e em percentual, Brasil (2000-2012)**



**Fonte(s):** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). Evolução do Ensino Superior - Graduação, 1980-1998. MEC-Inep, Brasília: 2000. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). Sinopse Estatística do Ensino Superior- Graduação. MEC/Inep, Brasília: vários anos, disponível em <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse> (tabelas 4.2, 5.1 e 6.1). Elaboração do autor com dados organizados pela Coordenação-Geral de Indicadores (CGIN) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e disponíveis em: <http://www.mcti.gov.br/index.php/content/view/8498.html>.

O Gráfico 19 apresenta a evolução das matrículas na educação superior brasileira, no período de 2000 a 2012, por dependência administrativa. Observa-se que, de 2000 a 2006, a participação do setor privado aumentou de 67% para 74%, alcançando quase três quartos do total de alunos matriculados no ensino superior. Em sentido oposto, mesmo com a expansão do número absoluto de matrículas, as redes públicas perderam espaço continuamente, caindo de 33% para 26%. Vale notar que, nos primeiros seis anos, a rede federal foi a que teve maior redução em sua participação no total de matrículas no ensino superior (de 18% para 13%).

Em 2003, para reverter o quadro de estagnação do ensino público, o governo federal iniciou um programa de expansão de seu sistema de educação superior, que tinha como principal meta a interiorização das universidades federais. Em 2007, a política de expansão do ensino superior recebeu um novo impulso com a criação do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), que visava criar condições para a ampliação do acesso e permanência na educação superior por meio do melhor aproveitamento da estrutura física e dos recursos humanos existentes nas universidades federais. Além disso, o programa também estimulava a criação de novos *campi* no interior do País, de acordo com o plano de desenvolvimento institucional das universidades. Como resultado, de 2003 a 2010, ocorreu um aumento de 45 para 59 universidades federais e de 148 para 274 *campi*/unidades. Além disso, a ênfase na interiorização de rede federal elevou o número de localidades atendidas por universidades federais de 114 para 272 municípios, com um crescimento de 138% (BRASIL; MEC, 2012, p. 11).

Os dados mostram que, de 2006 a 2012, o número de matrículas nas instituições federais de ensino superior aumentou de 590 mil para 985 mil, revertendo a tendência de queda na participação do ensino público federal no total de matrículas da educação superior. Além da expansão universidades federais, a política de expansão da rede federal de educação profissional e tecnológica também contribuiu para esse crescimento, pois houve um incremento significativo das matrículas em cursos superiores ofertados por institutos federais de educação, ciência e tecnologia e centros federais de educação tecnológica.

De acordo com avaliação do Ipea, a partir de 2008, o processo de expansão da rede federal de ensino superior apresentou impactos significativos na oferta de vagas e no crescimento das matrículas nas instituições públicas federais, maior inclusive do que o verificado no setor privado. O estudo mostra que, de 1990 a 2008, o número de matrículas

no ensino superior federal saiu de 309 mil para 643 mil, com crescimento médio de pouco mais de 100 mil matrículas a cada seis anos. Porém, entre 2008 e 2010, o crescimento foi intensificado para quase 100 mil matrículas por ano, alcançando um total de 833,4 mil matrículas no final do período (ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2012).

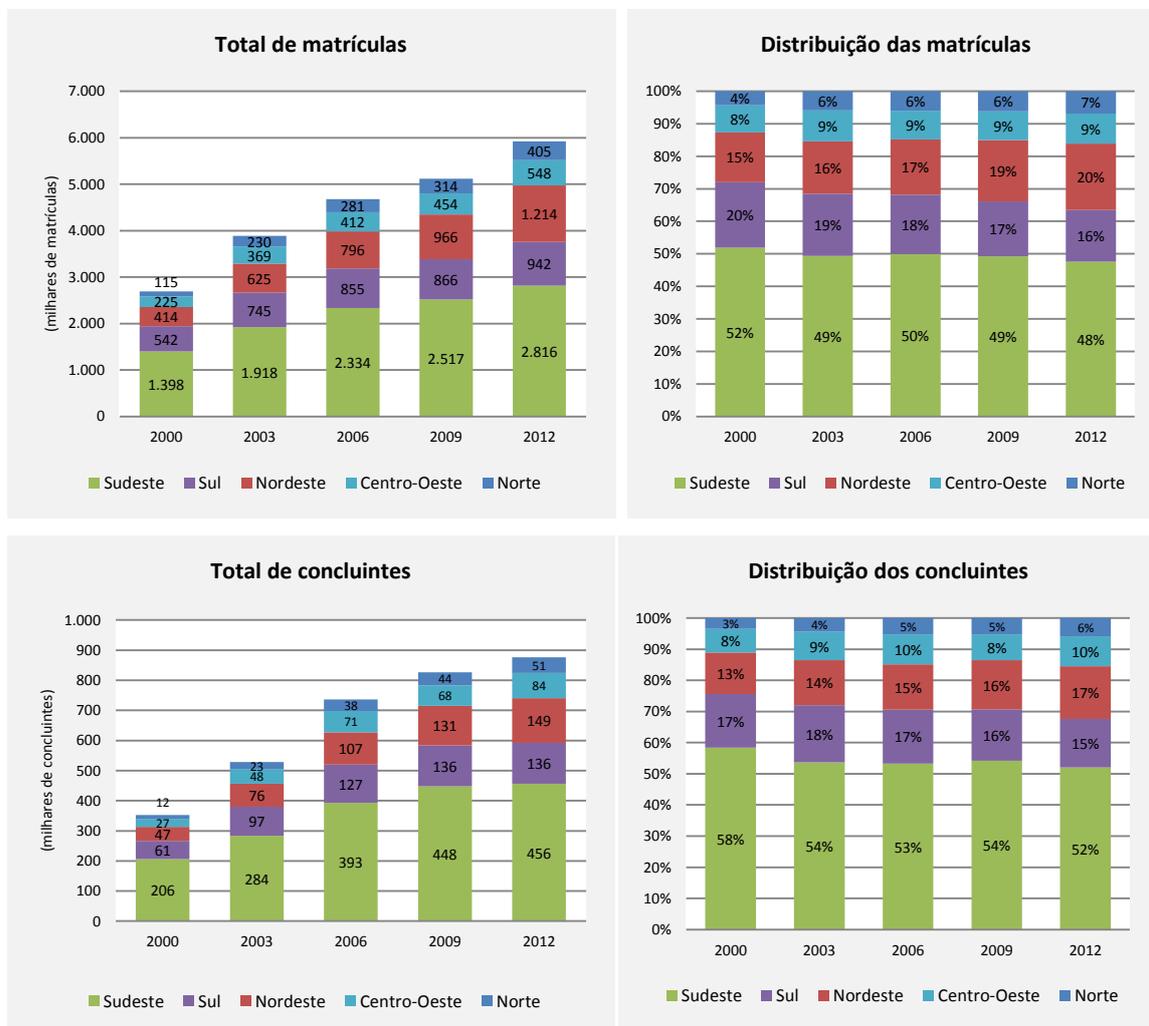
Desde o final da década de 1990, a expansão do ensino superior privado foi diretamente influenciada por políticas públicas implementadas pelo MEC, especialmente pelo Programa de Financiamento Estudantil (Fies) e pelo Programa Universidade para Todos (ProUni), ambos voltados para o aproveitamento de vagas ociosas existentes nas instituições privadas de ensino e inserção de estudantes de baixa renda no ensino superior. A partir de 2006, ocorre uma redução no ritmo de crescimento do ensino privado e, nos três anos seguintes, a quantidade de matrículas aumentou apenas 8,5%. Em 2009, pela primeira vez, houve redução do número de vagas e matrículas no setor privado, a despeito do forte apoio concedido pelo governo federal. Em 2010, para reverter essa tendência, o Governo Federal introduziu uma série de mudanças no Fies que redundaram em forte ampliação do programa. De 2009 a 2012, o número de financiamentos do Fies passou de 32,7 mil para 377,8 mil contratos, contribuindo para a retomada do crescimento do setor privado. De acordo com o MEC, o número de contratações continuou aumentando e, em 2014, o Fies atendeu mais de 660 mil estudantes (ZEN, NASCIMENTO, CORBUCCI, 2012; BRASIL; MEC, 2014).

Historicamente, as universidades federais foram instaladas principalmente nas capitais. Nas poucas cidades do interior que contavam com instituições dessa natureza, dinâmicas territoriais, econômicas ou políticas específicas funcionaram como importantes determinantes locais. Durante a segunda metade do Século XX, a política de expansão da rede de instituições do governo federal teve como meta o estabelecimento de pelo menos uma universidade em todos os estados da federação e no Distrito Federal. Essa meta foi alcançada apenas em 2000, com a criação da Universidade Federal do Tocantins (ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2012).

Um dos principais aspectos da recente política de expansão do ensino superior federal foi a tentativa de interiorização da rede de Ifes, com o objetivo de atender áreas descobertas do território nacional. A fim de alcançar este objetivo, o governo federal estabeleceu um conjunto de critérios para orientar a criação de novas instituições, unidades e cursos, que tinham como diretriz central a redução das assimetrias regionais. Assim, a expansão da rede deveria observar, entre outros fatores, a localização geográfica, a população das micro e

mesorregião atendidas, indicadores de desenvolvimento econômico e social, e a existência de arranjos produtivos locais.

**Gráfico 20 - Evolução das matrículas e concluintes na Educação Superior por grande região, em números absolutos e em percentual, Brasil (2000-2012)**



**Fonte(s):** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). Evolução do Ensino Superior - Graduação, 1980-1998. MEC-Inep, Brasília: 2000. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep). Sinopse Estatística do Ensino Superior-Graduação. MEC/Inep, Brasília: vários anos em <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse> (tabelas 5.1 e 6.1).  
 Elaboração do autor com dados organizados pela Coordenação-Geral de Indicadores (CGIN) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), disponíveis em: <http://www.mcti.gov.br/index.php/content/view/8834.html> e <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/8836.html>

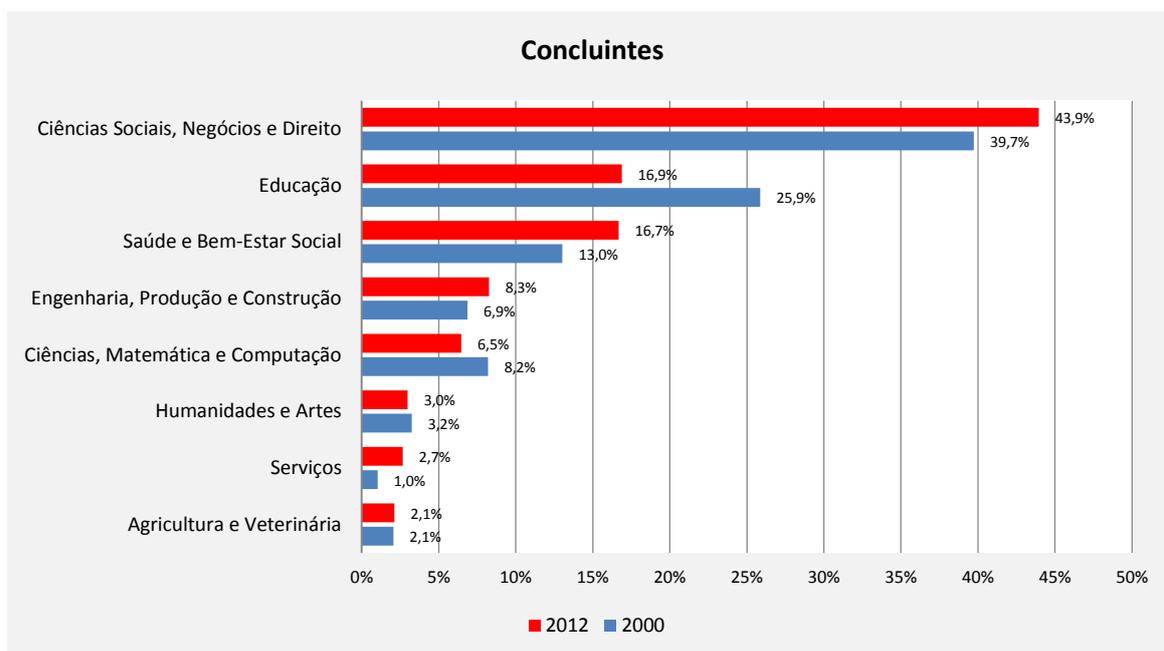
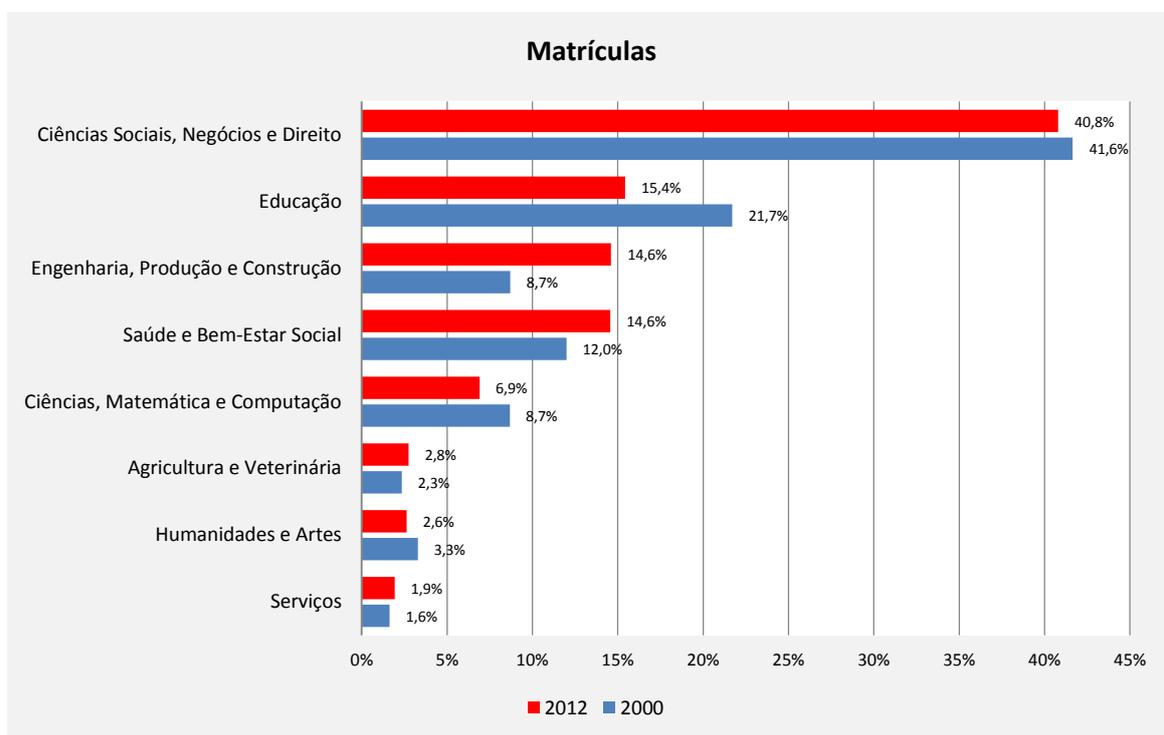
O Gráfico 20 mostra a evolução das matrículas e concluintes no ensino superior brasileiro no período de 2000 a 2012 por grandes regiões, em termos absolutos e relativos. As mudanças mais evidentes são a queda da participação das regiões Sul e Sudeste e o crescimento acentuado da participação da região Nordeste. Com exceção de Minas Gerais e Espírito Santo, os estados do eixo sul-sudeste tiveram crescimento inferior à média nacional. Por isso, em 12 anos, a participação conjunta das regiões Sul e Sudeste no total de matrículas

e concluintes da educação superior caiu oito pontos percentuais (de 72% para 64% das matrículas e de 75% para 67% dos concluintes). Por outro lado, estados que possuíam pequena participação no total de matrículas e concluintes desse nível de ensino, especialmente das regiões Norte e Nordeste, apresentaram forte crescimento no período.

As mudanças observadas nos últimos anos caracterizam uma redução das desigualdades regionais que marcam o ensino superior brasileiro, sobretudo quando se constata que a participação da região Nordeste nesse nível de ensino finalmente superou a da região Sul, que possui apenas a metade da população do Nordeste. Além disso, houve crescimento expressivo do ensino superior nos estados da região Norte que, como se sabe, possuem baixa densidade populacional e pequeno número de IES, em sua maioria concentradas nas capitais. As evidências indicam que o governo federal tem conseguido alcançar o objetivo de atender prioritariamente os estados com menor oferta de ensino superior, contribuindo assim para a redução das desigualdades regionais. Ademais, também revelam que os avanços têm sido relativamente lentos e que ainda há um longo caminho para reduzir efetivamente as assimetrias existentes e tornar o ensino superior público mais democrático e acessível para a população das regiões menos desenvolvidas do País (ZEN; NASCIMENTO; CORBUCCI, 2012).

O Gráfico 21 apresenta a distribuição percentual das matrículas e concluintes do ensino superior brasileiro por áreas gerais, em 2000 e 2012. Os dados mostram que a formação de pessoal se concentra fortemente nas áreas de ciências humanas e sociais. Em 2000, essas áreas foram responsáveis por quase 70% dos concluintes do ensino superior, sendo 40% em Ciências Sociais, Negócios e Direito; 26% em Educação e 3% em Humanidades e Artes. Após 12 anos, as três áreas em conjunto tiveram sua participação reduzida para 64% dos egressos. Porém, enquanto a área de Ciências Sociais, Negócios e Direito ampliou em quatro p.p sua participação, a Educação perdeu bastante espaço e, em 2012, representava 17% dos concluintes. Este é um dado preocupante, pois indica a diminuição do interesse dos alunos pelos cursos de educação, área historicamente pouco valorizada no Brasil, apesar de sua importância para o desenvolvimento nacional.

Gráfico 21 - Distribuição de matrículas e concluintes da Educação Superior por áreas gerais, Brasil (2000 e 2012)



**Fonte(s):** Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). Evolução do Ensino Superior - Graduação: 1989-1998. MEC/INEP, Brasília: 2000. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP). Sinopse Estatística do Ensino Superior em <http://portal.inep.gov.br/superior-censosuperior-sinopse> (tabelas 3.2, 5.2 e 6.2). Elaboração do autor com dados organizados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/8504.html>.

As instituições privadas de ensino eram responsáveis, em 2007, por mais de 86% das matrículas na área geral de Ciências Sociais, Negócios e Direito, concentradas principalmente em cursos das áreas de gerenciamento e administração, direito, contabilidade

e tributação, psicologia, *marketing* e publicidade, jornalismo e reportagem. Em geral, a oferta de cursos nessas áreas exige poucos investimentos em termos de infraestrutura (laboratórios e equipamentos) e qualificação do corpo docente. Isso explica, pelo menos em parte, a grande participação do setor privado. Além disso, existe uma demanda elevada para muitos desses cursos, relacionada com as possibilidades de inserção de seus egressos no mercado de trabalho. O mesmo parece valer para os cursos da área de serviços que, em sua grande maioria, são ofertados pela rede privada (INEP, 2008).

No Brasil, assim como em outros países, os cursos na área de saúde representam uma parcela importante do ensino superior. Entre 2000 a 2012, a participação da área de Saúde e Bem-Estar Social aumentou de 12% para 15% do total de matrículas e de para 13% para 17% do total de egressos da educação superior. A rede privada é responsável pela grande maioria das matrículas na área, com uma atuação significativa de instituições comunitárias, confessionais e filantrópicas. As matrículas na rede privada se realizam, principalmente, em cursos nas áreas de enfermagem, terapia e reabilitação, farmácia, medicina, serviço social e educação física. A concentração do ensino na rede privada indica que existe uma demanda elevada por recursos humanos formados nessas áreas, especialmente dos sistemas públicos e privados de saúde, que não é coberta pelas instituições públicas de ensino. Por outro lado, as redes públicas, principalmente as universidades federais e estaduais, respondem pela maioria dos cursos com melhores avaliações no Enade e são responsáveis por parcela expressiva das matrículas e concluintes nos cursos de medicina.

A grande concentração nas áreas de ciências humanas e sociais é preocupante e revela grave distorção na matriz do ensino superior brasileiro. O desenvolvimento do capitalismo contemporâneo mostra que os países de industrialização tardia que conseguiram reduzir sua defasagem em relação aos países líderes investiram, e continuam investindo, fortemente nas áreas de ciências básicas e tecnológicas. Assim, entende-se que a ampliação da capacidade de inovação do Brasil passa, necessariamente, por forte crescimento da formação superior em áreas ligadas ao desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da inovação.

Na contramão dessa tendência, verifica-se que a área de Ciências, Matemática e Computação vem perdendo espaço no ensino superior brasileiro. Entre 2000 e 2012, a participação dessa área no total de matrículas na educação superior caiu de 8,7% para 6,9%. Em 2007, existiam 414,6 mil alunos matriculados em 2.646 cursos da área, em sua grande maioria ofertados por IES privadas. No entanto, existiam diferenças significativas entre a

oferta de ensino das redes pública e privada. A atuação das instituições privadas se concentrava nas áreas responsáveis pela maior parte das matrículas, principalmente em cursos de processamento da informação, ciência da computação, biologia e bioquímica. Por outro lado, as instituições públicas eram responsáveis pela maioria das matrículas em cursos presenciais nas áreas de química, física, ciências da terra, matemática e estatística.

Outra evidência preocupante é o baixo número de egressos dos cursos na área de Ciências, Matemática e Computação. Em 2007, o total de concluintes nessa área foi, em média, sete vezes inferior ao total de matrículas. A disparidade entre a quantidade de matrículas e concluintes é um indicador do elevado grau de evasão que atinge muitos cursos da área. De modo geral, o número de egressos em áreas científicas básicas - como química, física, matemática e estatística - tem sido pequeno. Por outro lado, a quantidade diminuta de concluintes em áreas estratégicas para o desenvolvimento nacional revela a dimensão dos desafios a serem enfrentados pelo Brasil. Em 2007, entre os cursos com menos de cem concluintes, encontravam-se aqueles das áreas de biologia marinha, biologia molecular, bioquímica, microbiologia, física aplicada, matemática aplicada, matemática computacional, matemática industrial e química de alimentos (INEP, 2008).

Em contrapartida, a grande área de Engenharia, Produção e Construção, que possui importância estratégica para o desenvolvimento industrial e tecnológico do País, apresentou evolução positiva no período em análise (Gráfico 21). Entre 2002 e 2012, a participação da área no total de matrículas no ensino superior cresceu quase 6 p.p., passando de 8,7% para 14,6%. O total de concluintes, no entanto, não apresentou o mesmo desempenho, e aumentou apenas 1,4 p.p (de 6,9% para 8,3%). A oferta de cursos de maior qualidade na área de engenharia se concentra fortemente na rede pública de ensino<sup>20</sup>. Os resultados do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade) de 2005 mostraram que, dos 163 cursos

---

<sup>20</sup> A qualidade dos cursos de ensino superior no Brasil é avaliada por meio dos diversos instrumentos que compõem o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes). Criado pela Lei nº 10.861/04, o Sinaes é formado por três componentes principais: a avaliação das instituições; a avaliação dos cursos; e a avaliação do desempenho dos estudantes. O Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) é um dos principais instrumentos do sistema e tem por objetivo aferir desempenho dos estudantes com relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares dos cursos de graduação, o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias ao aprofundamento da formação geral e profissional, e o nível de atualização dos estudantes com relação à realidade brasileira e mundial. O exame é aplicado periodicamente em amostras de estudantes (ingressantes e concluintes) de cursos das diversas áreas do conhecimento. A avaliação do desempenho dos estudantes de cada curso que participa do Enade é expressa por meio de conceitos, ordenados em uma escala com 5 (cinco) níveis, tomando por base padrões mínimos estabelecidos por especialistas das diferentes áreas do conhecimento. O referencial mínimo de qualidade de cada curso é estabelecido pelo Conceito 3 e os níveis de alta qualidade e excelência correspondem aos Conceitos 4 e 5.

que receberam as melhores avaliações no exame, mais de 90% eram ofertados por instituições públicas, principalmente por universidades federais (67,7%) e estaduais (16,1%). A oferta dos melhores cursos de engenharia do País também estava concentrada nas regiões Sul e Sudeste que, em conjunto, respondiam por quase 80% dos cursos com Conceito 4 e 5 no exame. Por outro lado, as regiões Norte e Centro-Oeste possuíam pequena proporção de cursos de melhor qualidade. Vale ressaltar que cinco estados não contavam com nenhum curso com Conceito igual ou superior a 4 (Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima, Maranhão, Piauí e Mato Grosso) (INEP, 2006).

### **3.3 O sistema brasileiro de pesquisa e pós-graduação**

O desenvolvimento científico e tecnológico de uma nação depende, fundamentalmente, da existência de pessoas qualificadas para a realização das atividades de pesquisa, desenvolvimento, difusão e utilização produtiva do conhecimento. Por isso, uma das principais funções do Estado, em termos de política de CTI, é a formação e a qualificação de pesquisadores, engenheiros e técnicos habilitados para atuar em diferentes áreas do conhecimento nos diversos setores da sociedade. Em muitos países, a pós-graduação tornou-se a base para a formação de recursos humanos de alto nível que realizam P&D em universidades, instituições de pesquisa e empresas.

O Brasil, particularmente, precisa ampliar fortemente a formação de pessoal em nível de pós-graduação, caso queira contar com uma proporção de pesquisadores em sua população similar à encontrada nos países mais desenvolvidos. Desde a década de 1970, esse objetivo tem sido perseguido com afinco pelo País, por meio de um conjunto de políticas de apoio à consolidação da pós-graduação e da pesquisa, especialmente nas universidades federais e em outras instituições públicas de ensino e pesquisa. Essas políticas mantiveram surpreendente continuidade ao longo do tempo, a despeito das mudanças de governo e das discontinuidades observadas nas demais políticas educacionais e de ciência e tecnologia. Nesse sentido, pode-se afirmar que a política de criação e consolidação do sistema nacional de pós-graduação se caracteriza como uma política de Estado no Brasil.

#### **3.3.1 Evolução recente do sistema de pós-graduação**

O sistema nacional de pós-graduação passou por um intenso processo de expansão e consolidação nos últimos anos. A Tabela 4 reúne um conjunto de indicadores selecionados

dos programas de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil, referentes ao período de 1998 a 2013. Os dados mostram que, neste período, o número de programas de mestrado e doutorado no País aumentou 177%, passando de 1.259 para 3.486 programas. A quantidade de docentes que atuam nestes programas cresceu ainda mais, de 27 mil para cerca de 77 mil, sendo mais de 95% destes doutores. Além disso, o número de matrículas aumentou quase 230% no doutorado (de 26,7 mil para 87,9 mil) e 131% no mestrado acadêmico (de 49,3 mil para 113,8 mil). Vale notar que a ampliação da quantidade de novos titulados foi maior do que o crescimento das matrículas, indicando melhoria no fluxo acadêmico dos cursos de pós-graduação. Em apenas 15 anos, o total de doutores titulados aumentou 290%, passando de 3,9 mil para quase 15,3 mil novos doutores. Por outro lado, o total de mestres acadêmicos titulados cresceu duas vezes mais que o total de matrículas e passou de 12,3 mil, em 1998, para cerca de 45 mil, em 2013. Verifica-se, assim, que a quantidade de mestres e doutores titulados anualmente no Brasil alcançou um patamar muito significativo.

**Tabela 4 - Evolução de indicadores selecionados dos programas de pós-graduação *stricto sensu* no Brasil (1998-2013)**

Indicadores selecionados	1998 <sup>2</sup>	2003	2008	2013	Variação (1998=100)	Crescimento anual
<b>Total de programas de pós-graduação<sup>1</sup></b>	<b>1.259</b>	<b>1.819</b>	<b>2.568</b>	<b>3.486</b>	<b>177%</b>	<b>7,0%</b>
Ciências agrárias	155	200	282	373	141%	6,0%
Ciências biológicas	136	178	214	275	102%	4,8%
Ciências da saúde	284	362	433	557	96%	4,6%
Ciências exatas e da terra	154	193	253	298	94%	4,5%
Ciências humanas	170	267	366	488	187%	7,3%
Ciências sociais aplicadas	111	208	326	442	298%	9,6%
Engenharias	145	206	283	370	155%	6,4%
Linguística, letras e artes	68	101	139	179	163%	6,7%
Multidisciplinar	36	104	272	504	1300%	19,2%
<b>Docentes de pós-graduação</b>	<b>27.010</b>	<b>35.474</b>	<b>53.706</b>	<b>77.067</b>	<b>185%</b>	<b>7,2%</b>
<b>Matrículas no doutorado</b>	<b>26.697</b>	<b>40.213</b>	<b>52.750</b>	<b>87.906</b>	<b>229%</b>	<b>8,3%</b>
<b>Doutores titulados</b>	<b>3.915</b>	<b>8.094</b>	<b>10.711</b>	<b>15.287</b>	<b>290%</b>	<b>9,5%</b>
<b>Matrículas no mestrado acadêmico</b>	<b>49.387</b>	<b>66.951</b>	<b>88.295</b>	<b>113.881</b>	<b>131%</b>	<b>5,7%</b>
<b>Mestres acadêmicos titulados</b>	<b>12.351</b>	<b>25.997</b>	<b>33.360</b>	<b>45.067</b>	<b>265%</b>	<b>9,0%</b>
<b>Matrículas no mestrado profissional</b>	<b>589</b>	<b>5.065</b>	<b>9.073</b>	<b>18.200</b>	<b>2.990%</b>	<b>25,7%</b>
<b>Mestres profissionais titulados</b>	<b>43</b>	<b>1.652</b>	<b>2.654</b>	<b>5.074</b>	<b>11.700%</b>	<b>37,4%</b>

**Fonte:** Coordenação Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), com dados extraídos do [geocapes.capes.gov.br/geocapesds](http://geocapes.capes.gov.br/geocapesds). Elaboração do autor com dados das tabelas 3.5.1 (08/01/15), 3.5.2 (08/01/15), 3.5.3 (08/01/14), 3.5.5 (09/01/15) e 3.5.6 (09/01/15), disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2075.html>. Notas: 1) incluindo programas de Doutorado; Mestrado; Mestrado/ Doutorado; Mestrado/Doutorado/Mestrado Profissional; Mestrado/Mestrado Profissional; e Mestrado Profissional. 2) Para matrículas e titulados em cursos de mestrado profissional, os dados se referem a 1999, primeiro ano com informações disponíveis para essa modalidade.

Uma tendência importante que marcou o desenvolvimento recente da pós-graduação brasileira foi crescimento expressivo do mestrado profissional, criado no final da década de 1990 como uma alternativa ao mestrado acadêmico. De acordo com o regulamento estabelecido pelo MEC, essa nova modalidade de ensino está voltada à formação de profissionais qualificados para atuarem de forma transformadora em atividades técnico-científicas e de inovação, incorporando e aplicando os avanços científicos e tecnológicos com foco em gestão, pesquisa aplicada e inovação tecnológica<sup>21</sup>. De 1999 a 2013, cerca de 470 programas de pós-graduação passaram a ofertar esta modalidade de ensino, que apresentou crescimento anual de 25,7% nas matrículas e de 37,4% no número de novos titulados. Em 2013, os cursos de mestrado profissional no Brasil possuíam 18,2 mil alunos matriculados e titularam mais de 5 mil novos mestres.

O crescimento do mestrado profissional está mudando a natureza da pós-graduação brasileira que, durante muitos anos, esteve essencialmente voltada aos sistemas de ensino superior e pesquisa. A expansão de oferta do mestrado profissional encontrou amparo nas diretrizes estabelecidas no Plano Nacional de Pós-Graduação 2005-2010, que tinha como objetivo *"uma expansão do sistema de pós-graduação que leve a expressivo aumento do número de pós-graduandos requeridos para a qualificação do sistema de ensino superior do país, do sistema de ciência e tecnologia e do setor empresarial"*. Partindo da constatação de que parcela significativa dos egressos da pós-graduação estava sendo absorvida por setores não acadêmicos, o plano do governo federal defendia: a *"flexibilização do modelo de pós-graduação, a fim de permitir o crescimento do sistema"*; a formação de *"profissionais de perfis diferenciados para atender à dinâmica dos setores acadêmico e não acadêmico"*; e também a atuação dos programas em rede, *"para diminuir os desequilíbrios regionais na oferta e desempenho da pós-graduação e atender às novas áreas de conhecimento"* (CAPES, 2004).

Estudos realizados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) sobre os mestres titulados no Brasil mostram que a distribuição do emprego dos mestres profissionais apresenta perfil bem menos concentrado no setor educacional do que o emprego dos mestres acadêmicos. O cruzamento de informações da Capes sobre os mestres titulados no período 1996-2009 com a base de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) de 2009

---

<sup>21</sup> Cf.: Art. 4º da Portaria Normativa Nº 17 do MEC, de 28 de dezembro de 2009, que regulamentou os cursos de mestrado profissional no País.

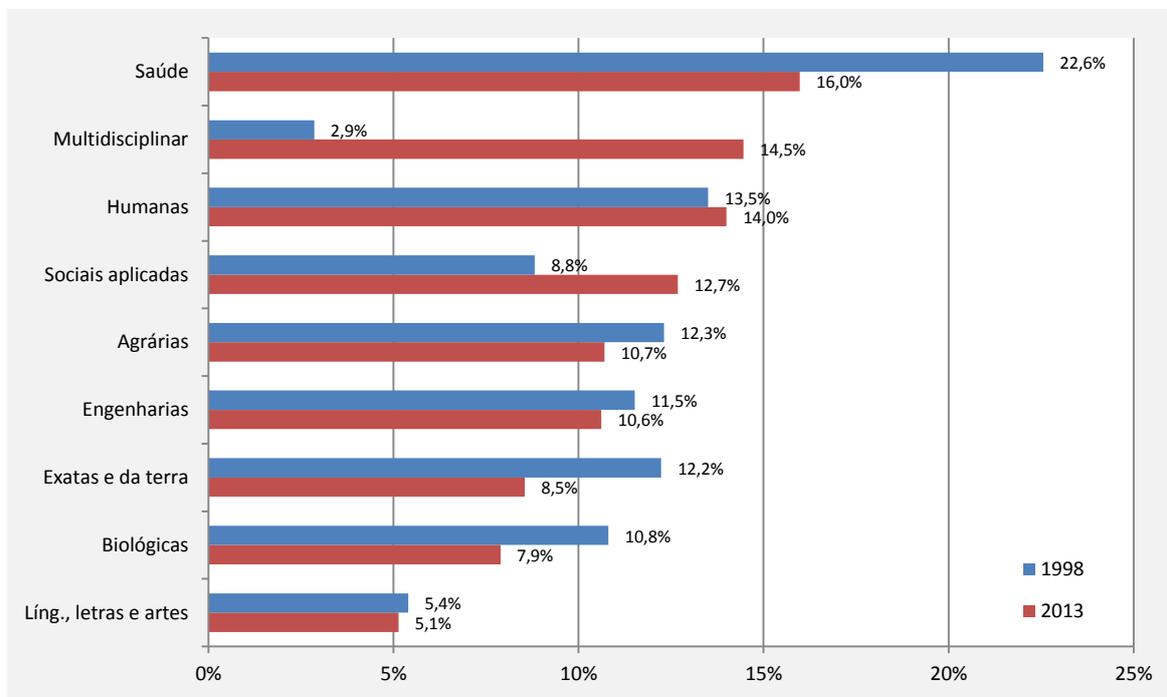
revelou, por exemplo, que a proporção de mestres profissionais que trabalhava na indústria de transformação era 2,5 vezes maior que a dos mestres acadêmicos. Além disso, os mestres profissionais recebiam remuneração 37% superior a daqueles formados em cursos tradicionais (CGEE, 2012, p. 23-24). A valorização desse tipo de formação pelo mercado de trabalho, bem como a maior inserção desses profissionais no setor industrial, mostra que o diagnóstico traçado pelo governo estava correto. Ou seja, existe uma demanda efetiva de setores não acadêmicos da sociedade por profissionais formados com perfis diferenciados em nível de pós-graduação.

Os dados disponíveis revelam que o crescimento da pós-graduação brasileira ocorreu em todas as áreas do conhecimento (Tabela 4). Apesar do crescimento expressivo em todas elas, notam-se diferenças importantes, que permitem separá-las por grupos. O primeiro grupo inclui as grandes áreas de ciências agrárias; engenharias; linguística, letras e artes, que cresceram entre 6% e 6,7% a.a, crescimento muito próximo ao dos programas de pós-graduação (de 7% a.a). O segundo grupo é formado pelas grandes áreas de ciências biológicas, ciências da saúde e ciências exatas e da terra, com crescimento bem abaixo da média (entre 4,5% e 4,8% a.a). Finalmente, o terceiro grupo reúne as grandes áreas de ciências humanas, ciências sociais e multidisciplinar, que cresceram acima da média e ganharam espaço na matriz de ensino da pós-graduação brasileira.

O crescimento diferenciado das áreas do conhecimento levou à mudança no perfil da oferta do ensino de pós-graduação no Brasil. Esta mudança pode ser observada no Gráfico 22, que mostra a distribuição dos programas por grande área, em 1998 e 2013, permitindo avaliar a evolução da participação relativa de cada área no conjunto dos programas pós-graduação. A primeira constatação é que as áreas reunidas no segundo grupo (saúde, biológicas, exatas e da terra), com maior tradição no ensino de pós-graduação, perderam muito espaço ao longo do período. Merece destaque a forte diminuição do peso da área de saúde que, em 1998, respondia por 22,6% dos programas de mestrado e doutorado. Quinze anos depois, a participação dessa área na matriz de ensino de pós-graduação caiu 6,6 p.p. (para 16%). Por outro lado, as grandes áreas de ciências agrárias, engenharias e de Linguística, Letras e Artes, que tiveram crescimento um pouco inferior à média, perderam menos espaço do que as áreas do segundo grupo. Finalmente, as áreas de ciências humanas, ciências sociais aplicadas e multidisciplinar ampliaram sua participação no conjunto de

programas de pós-graduação, principalmente as duas últimas, que tiveram forte crescimento no período.

**Gráfico 22 - Distribuição dos programas de pós-graduação stricto sensu por grande área do conhecimento, Brasil (1998 e 2013)**



**Fonte:** Coordenação Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 3.5.6, com dados extraídos do [geocapes.capes.gov.br/geocapesds](http://geocapes.capes.gov.br/geocapesds), em 09/01/15. Elaboração do autor.

As transformações ocorridas nos últimos anos indicam o amadurecimento do sistema nacional de pós-graduação, com uma distribuição mais equilibrada da oferta de programas de mestrado e doutorado entre as diferentes áreas do conhecimento. Por outro lado, os dados evidenciam uma tendência preocupante, de redução da importância de áreas essenciais para o desenvolvimento científico e tecnológico do País, como as áreas de saúde, ciências biológicas, ciências exatas e da terra. De modo geral, são áreas que necessitam de recursos humanos com sólida formação científica, exigem maiores investimentos em infraestrutura de pesquisa e cujos resultados contribuem para o avanço da fronteira do conhecimento.

O expressivo crescimento da grande área multidisciplinar foi uma das principais mudanças que ocorreram no sistema nacional de pós-graduação. Essa área foi criada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) para classificar um conjunto muito diverso de programas de pós-graduação que não se encaixavam adequadamente em nenhuma das áreas utilizadas pela agência em seu processo de avaliação. De acordo com a classificação adotada pela Capes, são incluídos na grande área

multidisciplinar os cursos e programas das "áreas de avaliação" interdisciplinar, de ensino de ciências e matemática, materiais, biotecnologia e ciências ambientais<sup>22</sup>. De 1998 a 2013, a quantidade de programas de pós-graduação nessas áreas cresceu 19,2% ao ano, passando de 36 para 504 programas. Com isso, a grande área multidisciplinar, que possuía a menor participação no conjunto dos programas de pós-graduação (2,9%), se tornou a segunda maior, com 14,5% dos programas, atrás apenas da área de saúde.

A quantidade de mestres e doutores titulados em programas multidisciplinares apresentou crescimento ainda mais elevado. No período 1999-2013, o total de mestres acadêmicos titulados anualmente nesses programas aumentou dez vezes (de 369 para 3.836) e o número de novos doutores cresceu quase 30 vezes (de 31 para 914 doutores). O maior crescimento ocorreu nos cursos de mestrado profissional multidisciplinares que, em 2013, possuíam mais de 4.800 alunos matriculados e titularam 1.429 novos mestres<sup>23</sup>. Eduardo Viotti (2013) levanta a hipótese de que o rápido desenvolvimento da área multidisciplinar no sistema brasileiro de pós-graduação pode estar relacionado com o processo de mudança estrutural atravessado pelo campo científico e tecnológico em nível mundial, caracterizado pela diminuição das fronteiras que separam as disciplinas científicas e também a ciência da tecnologia<sup>24</sup>.

Historicamente, o setor público tem sido o principal responsável pela oferta de cursos de mestrado e doutorado no Brasil. No entanto, o setor privado vem ampliando progressivamente a sua participação na pós-graduação, principalmente em nível de mestrado. Em 1996, segundo dados do PNPG 2005-2010, as instituições públicas federais e estaduais eram responsáveis por 92% dos cursos de pós-graduação *stricto sensu* no país, enquanto as privadas respondiam pelos 8% restantes. Entre as públicas, as instituições

---

<sup>22</sup> A "área" interdisciplinar inclui quatro áreas básicas que, pelo menos em tese, promovem a integração entre diferentes disciplinas científicas: i) meio ambiente e agrárias, ii) sociais e humanidades, iii) engenharia/tecnologia/gestão; iv) saúde e biológicas. Para o detalhamento das áreas de avaliação e das áreas básicas que integram as nove grandes áreas do conhecimento, ver tabela de áreas de avaliação da Capes, disponível em: <http://www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/tabela-de-areas-do-conhecimento-avaliacao>.

<sup>23</sup> Dados da Capes, coletados pela Coordenação Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 3.5.2, disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/7755>.

<sup>24</sup> Autores contemporâneos da sociologia da ciência têm empregado uma série de conceitos para descrever esse fenômeno, tais como: *Modo 2* de produção do conhecimento (GIBBONS et al., 1994); *arenas transepistêmicas* (KNORR-CETINA, 1982); pensamento complexo, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade (MORIN, 1990); *tecnociência* (LATOURETTE, 2000); entre outros. Apesar da pertinência da hipótese levantada Viotti, não é possível avaliar em que medida o crescimento da área multidisciplinar na pós-graduação brasileira se aproxima, ou não, desse processo de mudança social. Esse tipo de diagnóstico demandaria uma pesquisa em profundidade com um conjunto representativo de programas de pós-graduação, que foge do escopo do presente trabalho.

federais concentravam 58% dos cursos de mestrado e as estaduais, 49% dos cursos de doutorado.

De 1996 a 2004, o crescimento do número de cursos de mestrado nas instituições privadas de ensino foi de 20,5% ao ano, bem maior do que o observado entre as federais (7,5% a.a.) e estaduais (5,0% a.a.). Com isso, o setor privado aumentou em 10 p.p. sua participação no total de cursos de mestrado (para 18%). Por outro lado, as instituições federais ampliaram fortemente a oferta de cursos de doutorado (13,0% a.a), superando o esforço das privadas (11,1% a.a) e das estaduais (4,5% a.a). Assim, em 2004, as instituições federais tinham conquistado espaço e eram responsáveis por 55% dos cursos de doutorado, enquanto as estaduais tiveram sua participação reduzida em 15 p.p (para 34%) e as privadas alcançaram 9% dos cursos (CAPES, 2005, p. 28-29).

Nos cinco anos seguintes, o setor privado continuou ampliando sua atuação no mestrado, especialmente na modalidade profissional. Além disso, entre 2004 e 2009, o crescimento da oferta de cursos de doutorado foi maior na rede privada (72,0 %) do que nas redes federal (38,0%) e estaduais (17,9%). Em 2009, as instituições privadas de ensino já eram responsáveis por 17,9% dos cursos de mestrado acadêmico, 44,4% dos cursos de mestrado profissional e 12,1% dos cursos de doutorado. Por outro lado, as instituições federais continuaram sendo as principais responsáveis pela oferta de cursos de mestrado acadêmico (55,8%) e doutorado (57,2%), enquanto as estaduais aumentaram pouco sua participação no mestrado profissional (13,6%).

Estudos coordenados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) revelam que a atuação do setor privado na pós-graduação tem se concentrado em áreas científicas "leves", que demandam menores investimentos em termos de infraestrutura física e laboratorial. Em 2008, as instituições particulares ofertavam 11,2% do total de programas de doutorado, mas eram responsáveis por 35,2% dos programas na grande área de ciências sociais aplicadas e por 21,5% dos programas de doutorado na área de ciências humanas (CGEE, 2010, p. 73-74). A pesquisa sobre a evolução do mestrado no País também chegou a conclusões semelhantes. Em 2009, embora respondessem por 20,2% do total de programas de mestrado, as instituições privadas ofereciam 43,0% dos programas de ciências sociais aplicadas, 30,4% dos programas multidisciplinares e 26,6% dos programas de ciências humanas (CGEE, 2012, p. 48-49).

As instituições públicas, ao contrário das particulares, concentram mais sua atuação em áreas científicas "duras". Em 2008, as instituições federais eram responsáveis por 57,3% dos programas de doutorado no Brasil, mas sua participação era ainda maior nas áreas de agrárias (60,6%), multidisciplinar (62,7%), biológicas (62,7%), exatas e da terra (66,0%) e engenharias (69,9%). As instituições públicas estaduais, por sua vez, atuavam mais fortemente nas áreas de biológicas (34,7%), agrárias (38,2%), linguística, letras e artes (44,1%) e de saúde (44,1%) (CGEE, 2010, p. 74). Os estudos mostram que, com algumas variações, a atuação das instituições públicas por área de conhecimento segue padrão relativamente parecido nos programas de mestrado (CGEE, 2012, p. 49).

A análise da distribuição regional do sistema nacional de pós-graduação revela grande concentração de programas, matrículas e titulados em um número reduzido de instituições, unidades da federação e regiões brasileiras. Em 2008, os estados da região Sudeste concentravam metade dos programas de mestrado e 60% dos programas de doutorado no País, sendo que apenas o Estado de São Paulo foi responsável por quase 30% dos mestres e 45% dos doutores formados no Brasil. Os estados da região Sul também estavam entre as unidades da federação com maior participação no ensino de pós-graduação, reunindo 20% dos programas de mestrado e 18% dos programas de doutorado. Em conjunto, os estados das regiões Sudeste e Sul foram responsáveis por 74% dos mestres e 85% dos doutores titulados no País em 2008 (CGEE, 2010, p. 77 e 97, 2012, p. 49 e 66).

As tendências observadas na evolução da pós-graduação, no entanto, indicavam a existência de um processo de desconcentração regional da formação de mestres e doutores no Brasil. Os estudos mostram que o sistema nacional de pós-graduação cresceu de forma bem mais intensa nas regiões e unidades da federação onde ele era menos desenvolvido. Por isso, entre 1996 e 2009, a participação da região Sudeste no total de títulos de mestrado concedidos no Brasil caiu quase 14 pontos percentuais (de 67,6% para 53,8%), como resultado, principalmente, da redução significativa do peso dos estados de São Paulo (de 38,8% para 29,1%) e do Rio de Janeiro (de 19,5% para 13,4%). Por outro lado, as outras macrorregiões ampliaram sua participação na formação de mestres, com destaque para a região Nordeste, que passou 10,6% para 15,8%. Entre as unidades da federação com maior participação, ganharam espaço Paraná (de 3,2% para 6,2%), Pernambuco (de 3,1% para 3,9%), Distrito Federal (de 2,2% para 3,3%), Bahia (de 2,0% para 3,2%) e Ceará (de 1,5% para 3,0%). Além disso, muitos estados das regiões Norte e Centro-Oeste, com pequena

participação na matriz de pós-graduação, apresentaram crescimento expressivo no período, como Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Amazonas, Pará e Goiás (CGEE, 2012, p. 65-68).

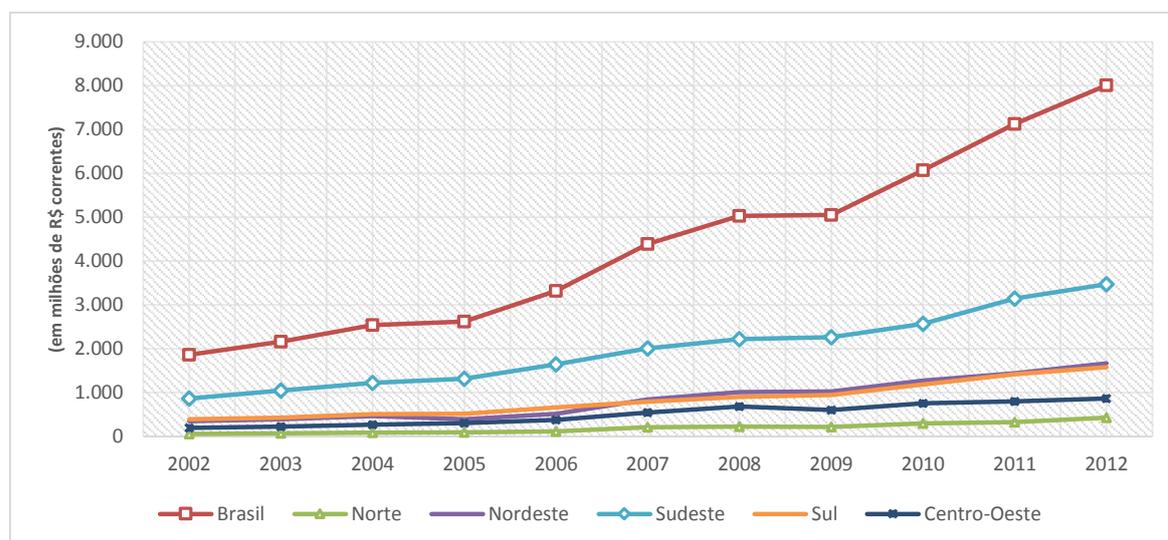
Processo semelhante ocorreu em nível de doutorado. Em 1996, as instituições situadas na região Sudeste titularam 2.515 doutores, o equivalente a 88,9% do total de titulados no Brasil. No período de 1996 a 2008, porém, o crescimento do número de novos doutores titulados nas regiões Norte (438%), Sul (682%), Centro-Oeste (840%) e Nordeste (2.487%) foi muito superior ao observado na região Sudeste (198%). Com isso, em apenas 12 anos, a participação da região Sudeste na formação de novos doutores caiu para 70,1% (7.503 doutores). No entanto, diferentemente do que ocorreu no mestrado, a queda da região Sudeste veio praticamente do estado de São Paulo, dado que o Rio de Janeiro manteve participação relativamente estável, enquanto Minas Gerais e Espírito Santo conquistaram espaço. No mesmo período, a participação da região Nordeste no total de doutores titulados anualmente no País aumentou quase sete vezes, passando de 1,4%, em 1996, para 9,7%, em 2008. As regiões Centro-Oeste e Norte, apesar das elevadas taxas de crescimento, possuíam poucas instituições atuando em nível de doutorado e continuaram com modesta participação no total de titulados (de, respectivamente, 3,7% e 1,1%). O crescimento observado nessas regiões resultou, principalmente, da contribuição de instituições localizadas no Distrito Federal, em Goiás e no Amazonas (CGEE, 2010, p. 94-96).

O processo de desconcentração regional observado no sistema nacional de pós-graduação está diretamente relacionado a políticas públicas implementadas pelo governo federal. Desde o final de década de 1990, com a criação dos fundos setoriais de ciência e tecnologia, o governo estabeleceu percentuais mínimos de aplicação de recursos nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Em paralelo à política de expansão das instituições federais de ensino superior, as agências federais de fomento adotaram uma série de programas e instrumentos visando à criação, expansão e consolidação de programas de pós-graduação nas regiões e estados menos desenvolvidos do País. Vale notar que a redução das assimetrias regionais foi uma das principais diretrizes estabelecidas nos dois últimos Planos Nacionais de Pós-Graduação (PNPG 2005-2010 e PNPG 2011-2020).

O Gráfico 23 apresenta a estimativa dos dispêndios com cursos de pós-graduação reconhecidos pela Capes como aproximação dos dispêndios em P&D das Ifes, no período de 2000 a 2012. Com essas informações, é possível analisar a evolução das despesas com a pós-graduação no âmbito do sistema federal. Primeiramente, verifica-se que os gastos das

Ifes com a pós-graduação mais do que quadruplicaram em uma década, passando de R\$ 1,86 bilhões para cerca de R\$ 8 bilhões (em valores correntes). Observa-se também que o crescimento dos dispêndios das instituições das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste foi maior do que o das instituições localizadas no Sudeste. Por isso, a participação da região Sudeste no total de gastos das Ifes com a pós-graduação caiu de 47% para 43%, enquanto a participação do Nordeste aumentou de 19% para 21% e a do Norte cresceu de 3% para 5%. Apesar de modesta, a desconcentração dos recursos destinados à pós-graduação foi uma conquista importante das políticas públicas federais, tendo em vista que um dos principais desafios do SNCTI é ampliar as atividades de P&D nas regiões menos desenvolvidas do País.

**Gráfico 23 - Estimativa dos dispêndios das instituições com cursos de pós-graduação *stricto sensu* reconhecidos pela Capes/MEC como aproximação dos dispêndios em P&D das instituições federais de ensino superior, Brasil (2000-2012)**

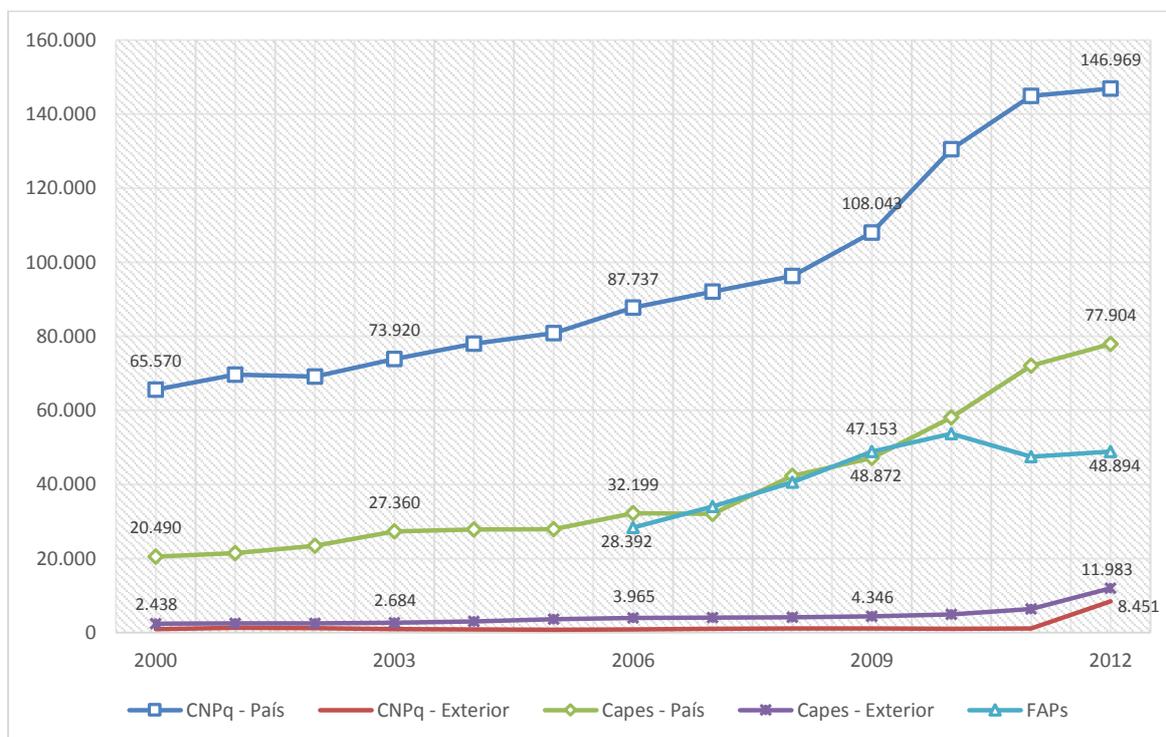


**Fonte(s):** dispêndios: Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI). Extração especial realizada pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro); número de docentes NRD3 e número de docentes permanentes da pós-graduação: <http://www.capes.gov.br/>, em "Estatísticas da PG"; funções docentes em exercício: Sinopse Estatística da Educação Superior, do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP), do Ministério da Educação (MEC), extração especial. Elaboração do autor com dados publicados pela Coordenação Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 2.4.2, disponível em: [http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2066/Pos\\_graduacao.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2066/Pos_graduacao.html). Dados atualizados em 08/08/14.

Apesar dos esforços do governo federal, as disparidades na participação de instituições, localidades e regiões brasileiras nos recursos destinados à pós-graduação permanecem extremamente elevadas. Em 2012, apenas seis universidades foram responsáveis por 37% desses recursos, são elas: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ); Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); Universidade de Brasília (UnB); Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS); Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); e Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). A concentração de

recursos é tão grande que os dispêndios da UFRJ com a pós-graduação (R\$ 757,8 milhões, equivalente a 9,5% dos dispêndios das ifes) foram superiores aos gastos de 23 unidades da federação e maiores que os gastos de todas instituições localizadas na região Norte (equivalente à 5,4% dos dispêndios das ifes)<sup>25</sup>.

**Gráfico 24 - Total de bolsas concedidas no Brasil e no exterior, em número de pessoas, por agências federais e fundações estaduais de amparo à pesquisas (2000-2012)**



**Fonte(s):** Coordenação Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 4.14, com dados extraídos em 16/01/15 do CNPq, Sistema SIFAP e Capes, disponível em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/361279.html>.

Um dos principais instrumentos utilizados pelos governos para estimular a formação de recursos humanos para P&D é a concessão de bolsas de pós-graduação e pesquisa. No Brasil, essa política é realizada, principalmente, pelas duas agências federais de fomento, o CNPq e a CAPES. Também há uma importante contribuição das fundações de amparo à pesquisa (FAPs) vinculadas aos governos estaduais, especialmente das fundações dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais. Vale dizer que, nos últimos anos, o governo federal adotou uma série de medidas para promover maior articulação com as secretarias estaduais de ciência e tecnologia e com as fundações estaduais de amparo à

<sup>25</sup> Cf.: Indicadores Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação, Tabela 2.4.2, atualizada em 08/08/2014, disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/27760>.

pesquisa, ampliando o escopo de políticas e programas implementados de forma conjunta com esses órgãos<sup>26</sup>.

O Gráfico 24 apresenta o total de bolsas concedidas no Brasil e no Exterior por agências federais e FAPs, em número de pessoas, no período de 2000 a 2012. Os dados mostram a grande participação do CNPq no total de bolsas concedidas dentro do País, seguido pela Capes que, embora contribua menos com essa modalidade de apoio, conquistou bastante espaço no período. Por outro lado, o gráfico evidencia que as agências federais priorizaram fortemente a concessão de bolsas em instituições brasileiras. Em todo o período, as bolsas no exterior representaram, em média, apenas 1% das bolsas do CNPq e 10% das bolsas da Capes. A política de formação de recursos humanos no exterior foi retomada apenas em 2011, após o lançamento do programa Ciências sem Fronteiras.

As informações disponíveis revelam que, no entanto, as agências de fomento vêm apoiando especialmente o envio de estudantes de graduação para o exterior, em detrimento de estudantes de pós-graduação e pesquisadores doutores. Frente ao cenário de crescente internacionalização das atividades de P&D em todo o mundo, que ocorre principalmente nos países mais desenvolvidos, entende-se que as agências deveriam ampliar a concessão de bolsas de doutorado, pós-doutorado e estágio sênior no exterior. Esse tipo de política estimularia o estabelecimento de parcerias e de redes entre pesquisadores e instituições de pesquisa do Brasil e do exterior. Além disso, ao permitir a complementação da formação dos pesquisadores em países e instituições que atuam na fronteira do conhecimento, essa política contribuiria para que os conhecimentos adquiridos pelos pesquisadores em sua experiência internacional fossem internalizados no âmbito das instituições componentes do sistema nacional de pesquisa e pós-graduação.

Entre 2000 e 2012, o total de bolsas no País concedidas pelo CNPq mais do que dobrou, passando de 65,6 mil para 146,9 mil bolsas-ano. A atuação da agência concentrou-se principalmente na oferta de bolsas de formação e qualificação (mestrado, doutorado, pós-doutorado e outras), responsáveis por mais de 60% do total das bolsas concedidas anualmente. A partir do início do Governo Lula, em 2003, houve um crescimento contínuo do número de bolsas de mestrado e doutorado no País. Em oito anos, o total de bolsas de

---

<sup>26</sup> Incluindo, por exemplo, o Programa de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas (RHAE), a concessão de bolsas de iniciação científica júnior para estudantes das redes públicas de educação básica, o Programa dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs), entre outros (BRASIL, 2010: 17-25).

mestrado aumentou de 5,9 mil para 10,7 mil, enquanto o total de bolsas de doutorado cresceu de 5,9 para 9,7 mil. Além disso, houve crescimento expressivo do número de bolsas de pós-doutorado, de 81 bolsas-ano, em 2003, para 1,5 mil, em 2012. O CNPq também ampliou significativamente a concessão de bolsas de pesquisa (produtividade e iniciação à pesquisa) e de outras modalidades, incluindo as de estímulo à inovação para a competitividade, financiadas com recursos dos fundos setoriais. Os indicadores revelam que a agência tem atendido especialmente as áreas de ciências exatas e da terra, ciências biológicas, engenharias e ciências agrárias. Porém, ocorreu um crescimento importante do total de bolsas para outras áreas do conhecimento, sobretudo das ciências humanas e sociais e das ciências da saúde<sup>27</sup>.

No mesmo período, a quantidade de bolsas concedidas anualmente pela Capes para estudantes e pesquisadores de instituições brasileiras cresceu 281%, passando de 20,5 mil, em 2000, para 77,9 mil, em 2012. Os indicadores nacionais revelam que a atuação da agência tem se concentrado na formação e qualificação de recursos humanos, superando, inclusive, a contribuição do CNPq nessa área. Em 12 anos, o número de bolsas de mestrado concedidas anualmente pela Capes aumentou de 11,6 mil para 43,6 mil, enquanto o total de bolsas de mestrado cresceu de 8,8 mil para 27,6 mil. Assim como o CNPq, a agência passou a incentivar a qualificação dos pesquisadores em nível de pós-doutorado e, no período em análise, o apoio à essa modalidade passou de apenas 20 bolsas para 3,6 mil bolsas. Além disso, a partir de 2011, a agência começou a conceder bolsas específicas para o mestrado profissional. Por outro lado, o Capes tem atuado mais fortemente que o CNPq no incentivo a pós-graduação no exterior, especialmente por meio das modalidades de doutorado *sawdwich* e pós-doutorado. A Capes também se diferencia da outra agência federal por apoiar com maior intensidade as áreas de ciências humanas e os programas de pós-graduação multidisciplinares.

### **3.3.2 Pesquisadores e pessoal em P&D**

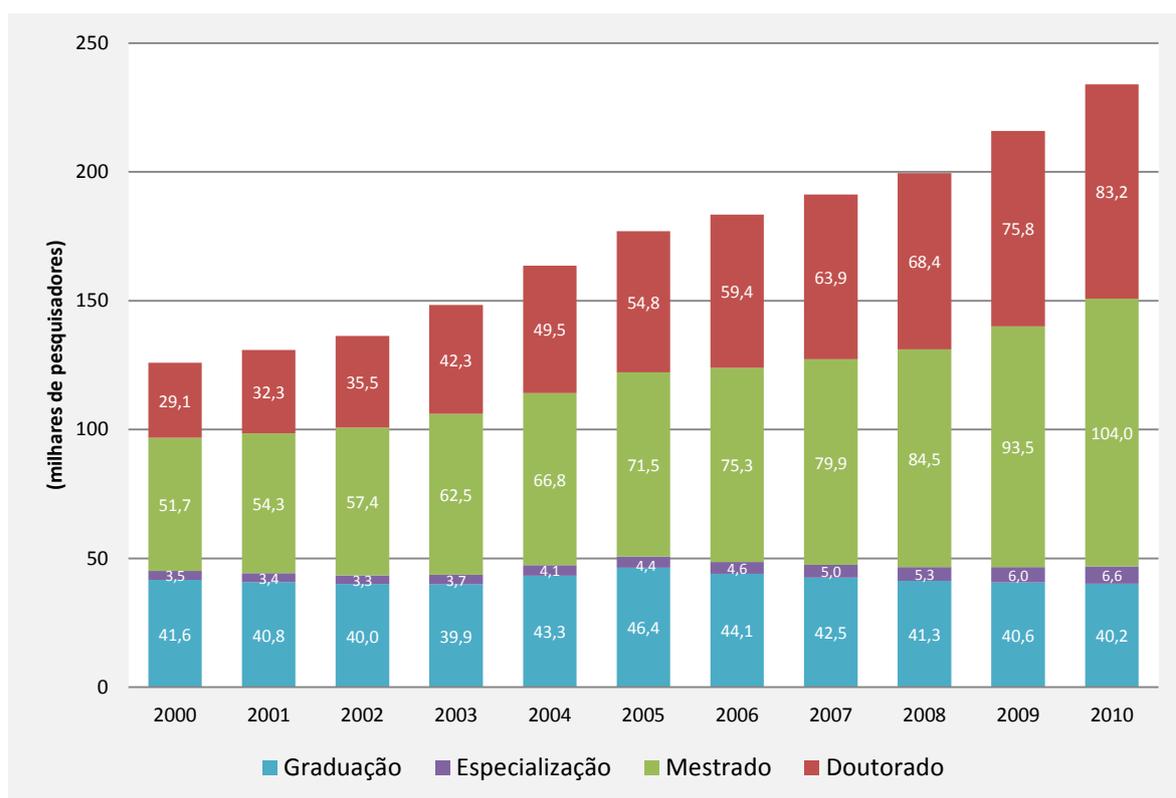
As políticas de formação de recursos humanos adotadas nas últimas décadas apresentaram resultados significativos na ampliação do contingente de pessoas envolvidas em atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil. Entre 2000 e 2010, de

---

<sup>27</sup> Para uma análise detalhada da evolução das bolsas concedidas pelas agências federais de fomento, no período de 1990 a 2014, conferir o conjunto de tabelas e gráficos que integram os Indicadores Nacionais de CTI, disponibilizados pelo MCTI no seguinte endereço: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2050.html>.

acordo com indicadores do MCTI, o total de pesquisadores e de pessoal de apoio à P&D no País mais do que dobrou, passando de 231,1 mil para 469,2 mil pessoas. No início da década, a quantidade de pessoal de apoio era cerca de 10% inferior à de pesquisadores. Em dez 10 anos, porém, o pessoal de apoio à P&D cresceu 36% a mais do que os pesquisadores. Com isso, os dois grupos praticamente igualaram sua participação no total de pessoas envolvidas em atividades de P&D<sup>28</sup>.

Gráfico 25 - Pesquisadores, em número de pessoas, por nível de escolaridade, Brasil (2000-2010)



Fonte: Coordenação Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 3.1.2. Elaboração do autor.

O Gráfico 25 apresenta a evolução do total de pesquisadores no Brasil no período de 2000 a 2010, estratificado por nível de escolaridade. Observa-se que, enquanto o número de pesquisadores graduados manteve-se relativamente estável, a quantidade de mestres

<sup>28</sup> De acordo com a metodologia utilizada para o cálculo dos Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia, o total de pesquisadores engloba os pesquisadores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, os estudantes matriculados nos cursos de doutorado reconhecidos pela Capes, além das pessoas de nível superior ocupadas em atividades internas de P&D nas empresas mapeadas pela Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Pintec/IBGE). Por outro lado, o total de pessoal de apoio é obtido pelo somatório dos técnicos e estudantes cadastrados no DGP/CNPq (exclusive os estudantes de doutorado) e das demais pessoas ocupadas em atividades internas de P&D segundo os dados da Pintec/IBGE. Para maiores detalhes, conferir Tabela 3.1.1, acessada em 14/05/2015, disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/5858.html>.

duplicou, passando de 51,7 mil para 104 mil, e a de doutores cresceu 186%, passando de 29,1 mil para 83,2 mil. Verifica-se, portanto, um incremento significativo do contingente de pesquisadores com formação em nível de pós-graduação. Esse é um dos principais resultados das políticas públicas de pós-graduação adotadas no Brasil nas últimas décadas, pois demonstra a capacidade do sistema de pós-graduação fornecer quadros altamente qualificados para a realização das atividades de P&D nas instituições de ensino e pesquisa e nas empresas.

Estudos realizados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) corroboram o diagnóstico de que a consolidação do sistema de pós-graduação está contribuindo para ampliar rapidamente a população de mestres e doutores no País. O cruzamento de informações da Capes com dados do último Censo Demográfico revelou, por exemplo, que o número de indivíduos que obtiveram títulos de mestrado e doutorado no período de 1996 a 2009 correspondia a mais da metade do total de mestres e doutores residentes no Brasil em 2010 (VIOTTI, 2012, p. 17).

**Tabela 5 - Número de instituições, grupos, pesquisadores e pesquisadores doutores cadastrados no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq, Brasil (2000-2010)**

Principais dimensões	2000	2002	2004	2006	2008	2010
<b>Instituições</b>	224	268	335	403	422	452
<b>Grupos de pesquisa</b>	11.760	15.158	19.470	21.024	22.797	27.523
<b>Pesquisadores (P)</b>	48.781	56.891	77.649	90.320	104.018	128.892
<b>Pesquisadores doutores (D)</b>	27.662	34.349	47.973	57.586	66.785	81.726
<b>D/P (%)</b>	57%	60%	62%	64%	64%	63%

Fonte: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

As informações do Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) do CNPq também evidenciam o processo de amadurecimento por que passou o sistema nacional de pesquisa e pós-graduação (Tabela 5). Em 2000, existiam 224 instituições com 11.760 grupos de pesquisa cadastrados no Diretório, contando com 48,7 mil pesquisadores em suas equipes, sendo 57% destes doutores. Em dez anos, houve um crescimento expressivo do número de instituições, grupos de pesquisa e pesquisadores cadastrados pelo CNPq. Assim, em 2010, o Diretório já possuía 452 instituições com 27.523 grupos de pesquisa, reunindo 128,9 mil pesquisadores. Além disso, o número de pesquisadores com título de doutorado quase triplicou, elevando o percentual de doutores para 63% do total de pesquisadores do DGP.

As evidências indicam a existência de uma comunidade científica em florescimento no país, alimentada pela energia dos estudantes e dos egressos do sistema de pós-graduação. A expansão das instituições de ensino e pesquisa propiciou a absorção de uma parcela significativa desses novos pesquisadores. Além disso, nos últimos anos, as agências de fomento disponibilizaram uma série de programas voltados aos jovens pesquisadores e à criação e consolidação de grupos de pesquisa, tais como os programas Primeiros Projetos, Jovens Pesquisadores, Casadinho, entre outros (BRASIL; MCT, 2010, p. 43-47).

É importante destacar que, desde o final de década de 1990, foram criados programas especiais de pesquisa no Brasil envolvendo grande número de pesquisadores como, por exemplo, o Projeto Genoma, o Programa de Apoio à Núcleos de Excelência (Pronex), os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) e o Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação, Restauração e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo (Biota-FAPESP). Esses programas são realizados por meio de parcerias entre diversas instituições e incentivam a pesquisa científica na fronteira do conhecimento, a consolidação de núcleos de excelência e a formação de redes interligando grupos, laboratórios e instituições de pesquisa em todo território nacional. Além disso, envolvem parcerias com pesquisadores, laboratórios e instituições do exterior, contribuindo para a internacionalização da ciência produzida no Brasil (MCT, 2010, p. 43-47; BRITO CRUZ, CHAIMOVIT, 2010).

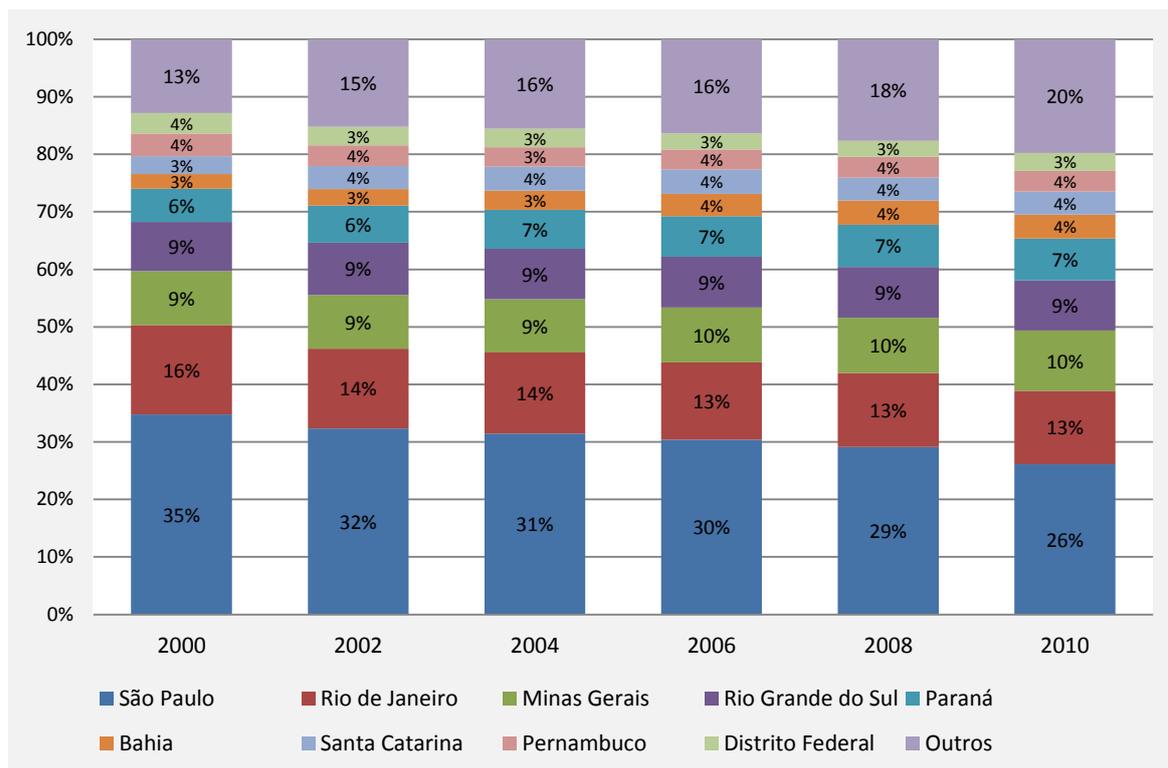
A desconcentração regional do sistema de pesquisa e pós-graduação impactou a distribuição dos pesquisadores no território nacional. O Gráfico 26 apresenta a participação das nove unidades da federação que concentram a maioria das instituições, grupos de pesquisa e pesquisadores brasileiros no total de doutores cadastrados no DGP, no período de 2000 a 2010<sup>29</sup>. Os dados mostram que houve redução significativa das participações de São Paulo e do Rio de Janeiro, os dois estados com maior concentração de doutores no Diretório. Em dez anos, a participação de São Paulo caiu nove p. p., passando de 35% para 26%, enquanto a do Rio de Janeiro diminuiu de 16% para 13%. Por outro lado, Minas Gerais ampliou sua participação de 9% para 10%, superando o Rio Grande do Sul e alcançando a terceira colocação entre os estados com maior quantidade de doutores. O Paraná também

---

<sup>29</sup> Embora os doutores representem apenas uma parcela do total de pesquisadores brasileiros, esse indicador serve como uma *proxy* da distribuição dos pesquisadores entre as unidades da federação pois, geralmente, os doutores são os principais responsáveis pelos grupos e núcleos de pesquisa em atividade no País.

elevou sua participação em um p.p. e manteve o quinto lugar, com 7% dos doutores. Apesar de contarem com populações de tamanhos distintos, Bahia, Santa Catarina, Pernambuco e Distrito Federal possuíam proporções muito próximas de doutores do DGP, variando entre 3% e 4%. Em contrapartida, a participação das demais unidades da federação no total de doutores do Diretório aumentou sete p.p., passando de 13% para 20%.

**Gráfico 26 - Distribuição percentual dos pesquisadores doutores cadastrados no DGP/CNPq por unidades selecionadas da federação, Brasil (2000-2010)**



**Fonte:** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Os dados corroboram a existência de um processo de desconcentração regional no sistema nacional de pesquisa e pós-graduação que está ocorrendo, principalmente, em virtude da redução da participação do Estado de São Paulo, aliada à ampliação das atividades de pesquisas em outras unidades da federação, inclusive nas regiões menos desenvolvidas do País. Um dos fatores que contribuem para esse processo é a mobilidade dos pesquisadores pelo território nacional. Pesquisas do CGEE apontaram, por exemplo, que o emprego dos mestres e doutores brasileiros é muito menos concentrado regionalmente do que a sua formação. Ou seja, muitos daqueles que se titularam nos pólos tradicionais de formação vão trabalhar em outras regiões ou unidades da federação (CGEE, 2010, 2012). Mesmo assim, persiste uma grande dificuldade para promover a fixação de pesquisadores nas regiões e

localidades menos desenvolvidas do País. As evidências mostram que o esforço do Estado deve estar voltado para o desenvolvimento de sistemas próprios de ensino e pesquisa que, além de atraírem pesquisadores externos, promovam a formação e a fixação de recursos humanos que possuem ligações culturais com as localidades e regiões atendidas por esses sistemas.

**Tabela 6 - Pesquisadores de países selecionados, em equivalência de tempo integral, em número de pessoas e por mil pessoas ocupadas (2000 e 2010)**

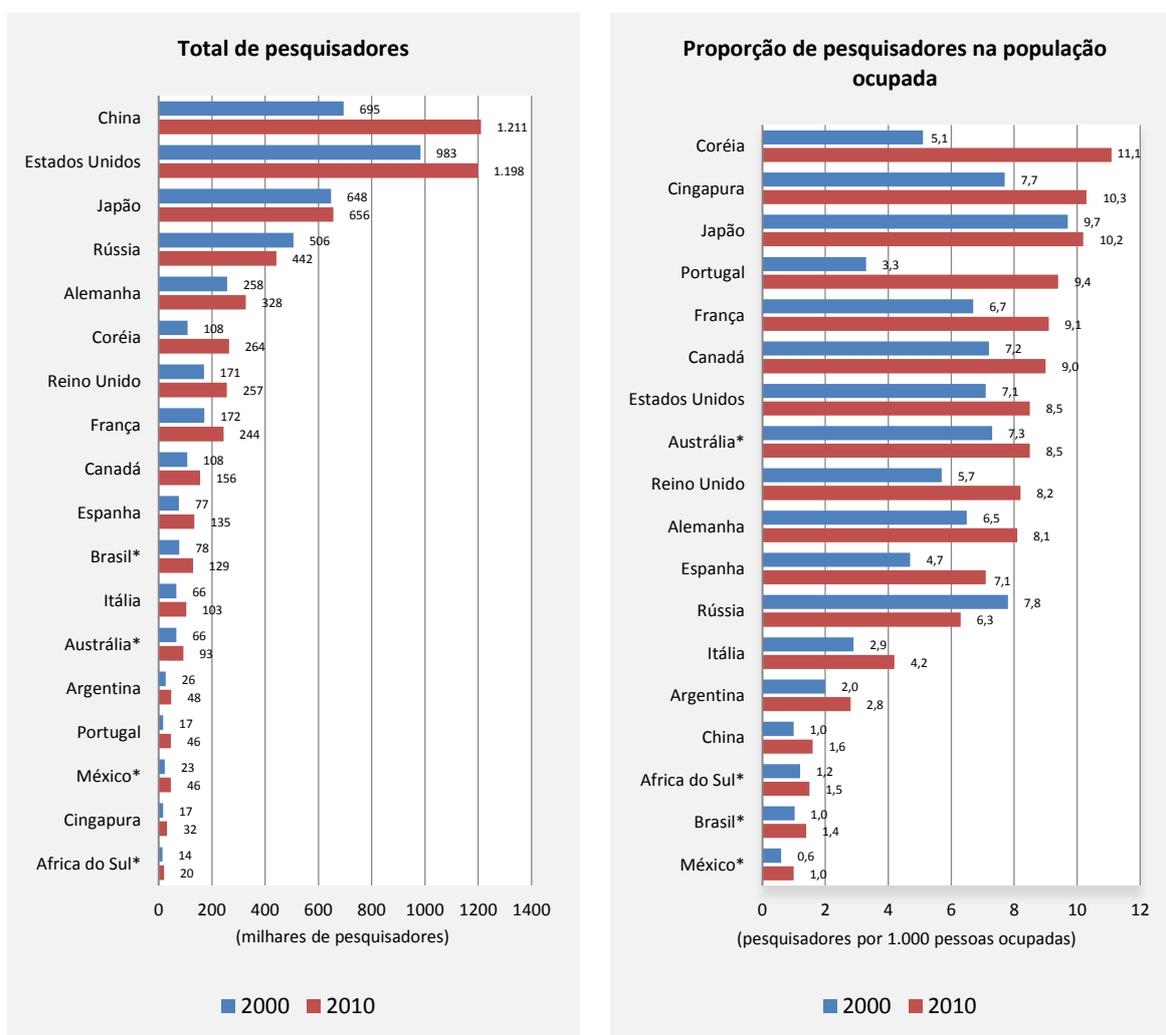
Países selecionados	Pesquisadores em P&D				Variação percentual (2000=100)	
	2000		2010		No total	Na população ocupada
	TOTAL	Por 1.000 ocupados	TOTAL	Por 1.000 ocupados		
África do Sul <sup>1</sup>	14.182	1,2	20.115	1,5	42%	25%
Alemanha	257.874	6,5	327.953	8,1	27%	25%
Argentina	26.420	2,0	47.580	2,8	80%	40%
Austrália <sup>1</sup>	66.001	7,3	92.649	8,5	40%	16%
<b>Brasil <sup>1</sup></b>	<b>77.927</b>	<b>1,0</b>	<b>129.102</b>	<b>1,4</b>	<b>66%</b>	<b>36%</b>
Canadá	107.900	7,2	156.260	9,0	45%	25%
China	695.062	1,0	1.210.841	1,6	74%	60%
Cingapura	16.633	7,7	32.031	10,3	93%	34%
Coréia	108.370	5,1	264.118	11,1	144%	118%
Espanha	76.670	4,7	134.653	7,1	76%	51%
Estados Unidos	983.208	7,1	1.198.280	8,5	22%	20%
França	172.070	6,7	243.533	9,1	42%	36%
Itália	66.110	2,9	103.424	4,2	56%	45%
Japão	647.572	9,7	656.032	10,2	1%	5%
México <sup>1</sup>	23.390	0,6	46.125	1,0	97%	67%
Portugal	16.738	3,3	46.256	9,4	176%	185%
Reino Unido	170.554	5,7	256.585	8,2	50%	44%
Rússia	506.420	7,8	442.071	6,3	-13%	-19%

**Fonte(s):** Organisation for Economic Co-operation and Development, Main Science and Technology Indicators, 2014/1 e Brasil: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração própria partir de tabelas publicadas pela CGIN/MCTI em setembro de 2014. Notas: 1) Por ausência de informações de 2000 e/ou 2010, apresenta dados dos anos mais próximos para os seguintes países: África do Sul e México (2001 e 2011); Austrália (2000 e 2008) e Brasil (2001 e 2009).

A despeito da evolução histórica da formação de recursos humanos altamente qualificados no Brasil, o número de pesquisadores em relação à população ocupada no País ainda é muito pequeno se comparado à realidade de países desenvolvidos ou mesmo em relação a outros países em desenvolvimento. A Tabela 6 apresenta os dados, de 2000 e 2010, relativos à quantidade de pesquisadores de dezoito países selecionados, em equivalência de tempo integral, em números absolutos e em relação à população ocupada de cada país. Observa-se que, no último ano, o Brasil possuía um total significativo de pesquisadores, superior ao de países como Itália e Austrália. Por outro lado, para alcançar uma proporção de pesquisadores próxima a de países como Alemanha e Reino Unido, o Brasil precisaria mais do que quintuplicar a quantidade de pesquisadores em sua população.

O Gráfico 27 mostra os dados apresentados na tabela hierarquizados pelos maiores valores observados em 2010. Com as imagens obtidas, pode-se dimensionar melhor a quantidade de pesquisadores dos países selecionados, comparar a proporção de pesquisadores em suas respectivas populações ocupadas e avaliar o esforço dessas nações para ampliar seus efetivos de pesquisadores. Em primeiro lugar, constata-se a grande concentração da população de pesquisadores em poucos países. Por outro lado, também é possível perceber uma mudança importante na distribuição dessa população entre os países, decorrente do rápido crescimento da quantidade de pesquisadores de países como China, Coréia, Espanha, Brasil, Portugal e México.

**Gráfico 27 - Pesquisadores de países selecionados, em equivalência de tempo integral, em número de pessoas e em relação a mil pessoas ocupadas (2000 e 2010)**



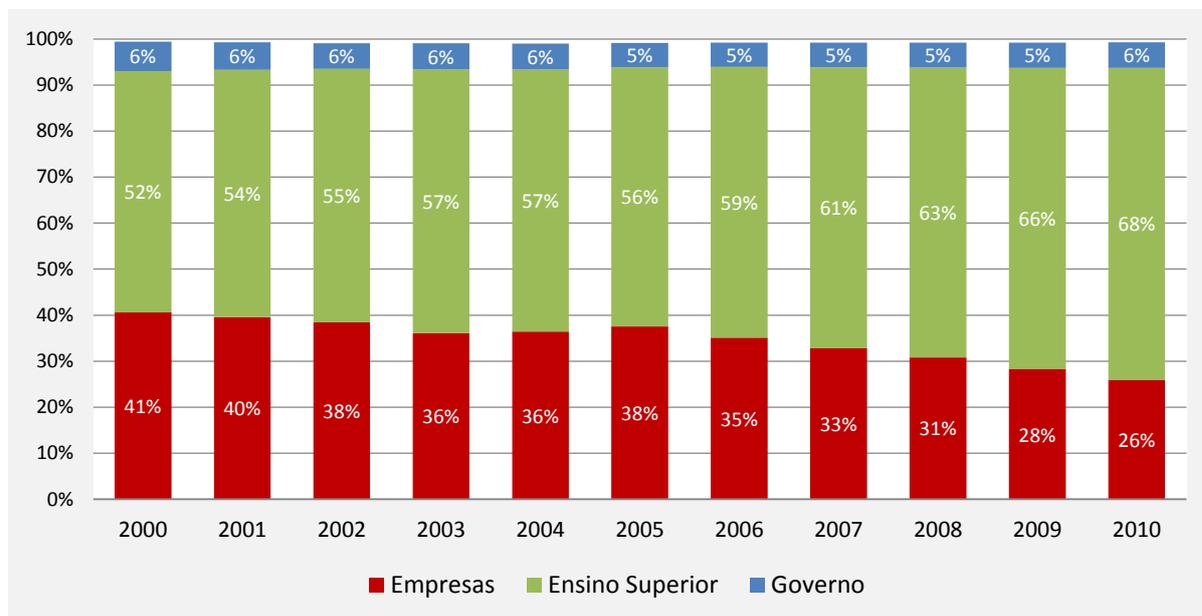
**Fonte(s):** Organisation for Economic Co-operation and Development, Main Science and Technology Indicators, 2014/1 e Brasil: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração própria partir de tabelas publicadas pela CGIN/MCTI em setembro de 2014. Notas: (\*) Por ausência de informações de 2000 e/ou 2010, apresenta dados dos anos mais próximos para os seguintes países: África do Sul e México (2001 e 2011); Austrália (2000 e 2008) e Brasil (2001 e 2009).

No início da década, metade dos países selecionados tinha mais de 100 mil pesquisadores atuando em P&D. Desse grupo, apenas Estados Unidos, China, Japão e Rússia possuíam mais de 500 mil pesquisadores. Os três países mais desenvolvidos da Europa - Alemanha, Reino Unido e França - contavam com mais de 170 mil pesquisadores cada e tinham, em média, 6,3 pesquisadores/mil pessoas ocupadas. O Japão era único país com mais de nove pesquisadores por mil pessoas ocupadas e outros cinco países possuíam mais de sete pesquisadores/mil ocupados - Rússia, Cingapura, Austrália, Canadá e Estados Unidos. Vale notar que a República da Coreia já se destacava com uma proporção de pesquisadores em sua população ocupada próxima à observada no Reino Unido. Por outro lado, grandes países em desenvolvimento, como China e Brasil, possuíam apenas um pesquisador por mil pessoas ocupadas.

Em dez anos, porém, ocorreram importantes mudanças que estão ameaçando a tradicional liderança dos países da Tríade – Estados Unidos, Japão e Europa - nos esforços mundiais de P&D. Em 2010, a China já havia ultrapassado os Estados Unidos e era o país com a maior população de pesquisadores do mundo (com mais de 1,2 milhões de pessoas), enquanto a Coreia se tornou líder mundial em relação à proporção de pesquisadores na população (com mais de 11 pesquisadores por mil pessoas ocupadas). Em termos absolutos, a quantidade de pesquisadores coreanos (264 mil) superou o total de pesquisadores do Reino Unido (257 mil) e da França (244 mil).

De modo geral, o crescimento da população de pesquisadores foi maior entre os países em desenvolvimento do que entre aqueles mais desenvolvidos. De 2000 a 2010, o crescimento do total de pesquisadores foi de 22% nos Estados Unidos, 27% na Alemanha e de apenas 1% no Japão. Houve também uma redução de 13% dos pesquisadores residentes na Rússia, quarto país com maior população de pesquisadores. Por outro lado, ocorreu um crescimento expressivo em países que já possuíam contingentes significativos de pesquisadores, como China (74%), Coreia (144%), Espanha (76%) e Brasil (66%). Outros países em desenvolvimento também apresentaram elevadas taxas de crescimento, incluindo México (97%), Cingapura (93%) e Argentina (80%). Particularmente, chama a atenção o desempenho de Portugal, que quase triplicou a proporção de pesquisadores em sua população ocupada. Com esse esforço, em apenas uma década, Portugal superou países como França, Canadá, Estados Unidos, Austrália e os demais países europeus.

**Gráfico 28 - Distribuição dos pesquisadores por setores institucionais<sup>1</sup>, em equivalência de tempo integral, Brasil (2000-2010)**



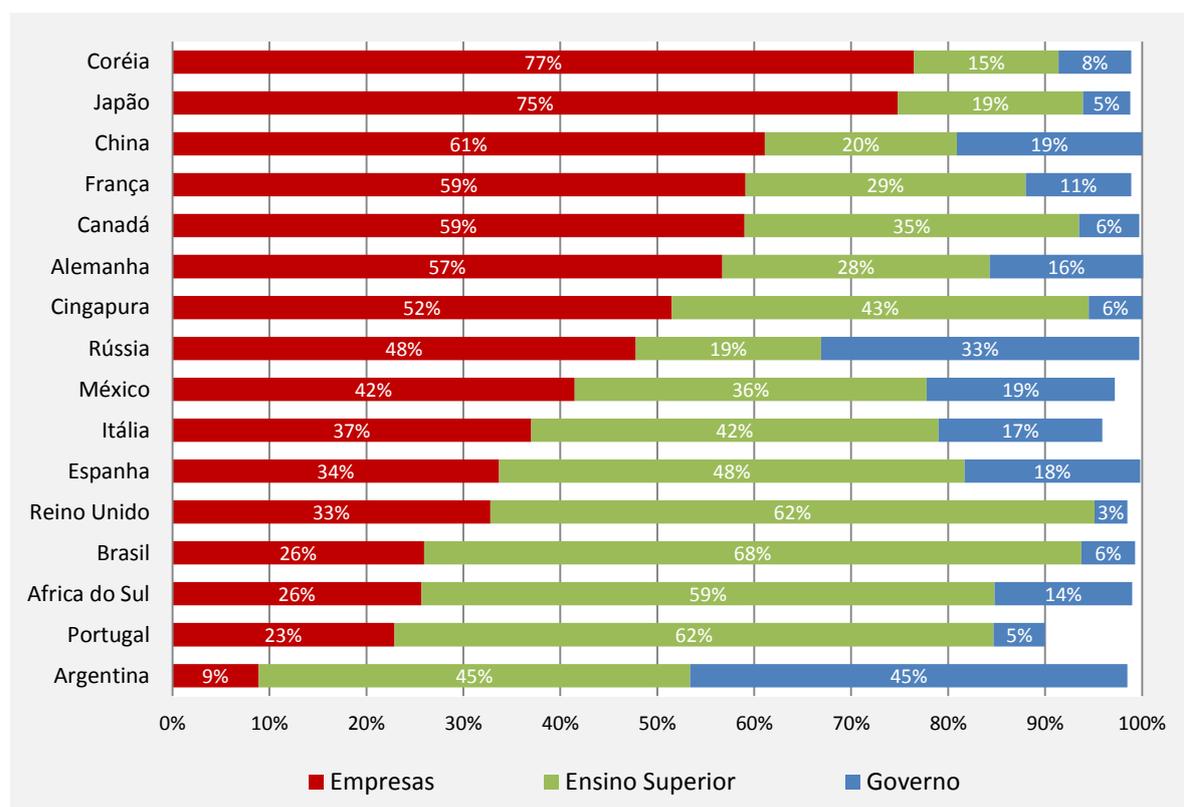
**Fonte(s):** Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração do autor com dados da Tabela 3.1.6, atualizada em 07/11/2013. Nota(s): 1) Não foi considerado o setor privado sem fins lucrativos.

Além da quantidade de pesquisadores e de pessoas envolvidas em P&D, é importante analisar em quais setores esses profissionais exercem suas atividades. Sabe-se que a quantidade de pesquisadores dedicados à P&D no setor empresarial é um fator fundamental para o desenvolvimento tecnológico de uma nação. No Brasil, assim como em outros países de industrialização tardia, a maioria dos pesquisadores trabalha em instituições públicas de ensino e pesquisa. O Gráfico 28 apresenta a distribuição percentual dos pesquisadores brasileiros por setores institucionais, no período de 2000 a 2010. Observa-se que a proporção de pesquisadores inseridos em instituições de ensino superior (IES) aumentou de 52% para 68%, enquanto o percentual de pesquisadores nas empresas caiu de 41% para 26%. Em valores absolutos, a quantidade de pesquisadores nas IES mais do que duplicou, saindo de 38,7 mil para 94,0 mil. Por outro lado, o número de pesquisadores nas empresas cresceu apenas 20%, passando de 29,9 mil para 35,9 mil. Verifica-se, assim, que a queda na participação do setor empresarial no total de pesquisadores no País resultou, principalmente, do crescimento bem mais acentuado do número de pesquisadores nas instituições de ensino superior.

Apesar da ampliação do contingente de pesquisadores nas instituições de ensino superior, estudos realizados pelo CGEE indicavam a existência de um processo de dispersão do emprego de mestres e doutores para diversos setores de atividade econômica no Brasil.

O cruzamento de informações da Capes com dados da Relação Anual de informações Sociais (RAIS) mostrou que, para cada dez doutores que obtiveram seus títulos no período de 1996-2006 e que estavam empregados em 2008, aproximadamente oito trabalhavam em instituições educacionais. O emprego dos mestres, por sua vez, era menos concentrado no setor educacional. Do total de mestres titulados entre 1996-2009, e formalmente empregados em 2009, 42,7% exerciam suas atividades em instituições educacionais<sup>30</sup>. Porém, os dados desagregados por coortes de mestres e doutores titulados em diferentes anos indicavam forte tendência de redução da importância do setor educacional como maior empregador desse seletivo grupo de pessoas, principalmente no caso dos mestres (CGEE, 2010, p. 37-41; 2012, p. 221-225).

**Gráfico 29 - Distribuição dos pesquisadores países selecionados, em equivalência de tempo integral, por setores institucionais<sup>1</sup> (2010)**



**Fonte(s):** Organisation for Economic Co-operation and Development, Main Science and Technology Indicators, 2014/1 e Brasil: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Elaboração própria com dados publicados pela CGIN/MCTI, Tabela 8.2.5, disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/338912.html>. Nota: 1) Não foi considerado o setor privado sem fins lucrativos.

<sup>30</sup> Os dados do Censo 2010, que incluem os trabalhadores sem emprego formal e também os empregadores, apontaram menor concentração no setor educacional do que os dados da RAIS, que medem apenas o emprego formal. De acordo com os dados do IBGE, 33,3% dos mestres e 49,1% dos doutores residentes no Brasil e ocupados na semana de referência do Censo trabalhavam com educação (CGEE, 2012: 23).

O Gráfico 29 mostra a distribuição dos pesquisadores por setor institucional em vários países e no Brasil. A comparação da realidade brasileira com a situação encontrada em outros países é particularmente sugestiva, pois pode revelar fatores que determinam a capacidade de inovação tecnológica dos diferentes países. Os diagnósticos existentes indicam que a quantidade relativamente pequena de pesquisadores em atividades internas de P&D nas empresas brasileiras é uma das causas do baixo nível de competitividade dessas empresas no mercado internacional, bem como da reduzida capacidade do País transformar o conhecimento acumulado pela sociedade em inovações tecnológicas, riqueza e desenvolvimento.

De modo geral, em países com sistemas nacionais de inovação mais dinâmicos, a maioria dos pesquisadores realiza P&D no setor empresarial. Por outro lado, em países com sistemas de inovação menos desenvolvidos, a maior parte dos pesquisadores encontra-se em instituições de ensino superior, instituições públicas de pesquisa ou em outras entidades governamentais. Nesse sentido, verifica-se que na Coreia e no Japão, líderes mundiais em desenvolvimento tecnológico, mais de 75% dos pesquisadores trabalham nas empresas. Entre as principais potências econômicas do mundo, como Estados Unidos, China, Alemanha e França, a maioria dos pesquisadores desenvolve suas atividades no setor empresarial. Entre os países desenvolvidos, a única exceção é o Reino Unido, onde 62% dos pesquisadores atuam em instituições de ensino e pesquisa e 33%, em empresas. Em contraposição, em países como Brasil, África do Sul e Portugal, a maior parte dos pesquisadores encontra-se nas instituições de ensino superior e cerca de ¼ realiza P&D nas empresas. Vale notar que, entre os países selecionados, o Brasil é o que possui a maior concentração de pesquisadores no ensino superior.

O Brasil, assim como muitos países de industrialização tardia, possui, como se disse anteriormente, um sistema de inovação pouco consolidado. Por isso, a comparação da realidade brasileira com a de outros países precisa ser feita com cautela e deve considerar a natureza distinta de seus respectivos sistemas de mudança técnica. De qualquer modo, esse tipo de comparação pode ser útil para subsidiar o estabelecimento de políticas de aprendizagem industrial, científica e tecnológica que visem reduzir a distância que separa o Brasil dos países líderes do capitalismo mundial.

A comparação do Brasil com a República da Coreia, em particular, tem sido amplamente utilizada na literatura para mostrar o impacto das diferentes estratégias de

desenvolvimento adotadas pelos dois países. Isso porque a Coreia conseguiu superar uma situação histórica de subdesenvolvimento e, em poucas décadas, transformou-se num país de renda média com um sistema nacional de inovação dinâmico e competitivo. Estudos mostram que uma das principais causas do rápido desenvolvimento coreano foi o investimento maciço em educação, ciência e tecnologia. Além disso, o país incentivou fortemente o investimento privado em P&D, realizado por um seleto grupo de grandes conglomerados empresariais. Em 2010, a Coreia já possuía cerca de 198 mil pesquisadores (em equivalência de tempo integral) produzindo inovações nas empresas. Isso fez com que muitas empresas coreanas se tornassem líderes mundiais em suas áreas de atuação, especialmente em setores de alta tecnologia, como telecomunicações, biotecnologia, eletrônica etc.

O Brasil, por outro lado, não priorizou da mesma maneira o investimento em educação, ciência, tecnologia. Como observado anteriormente, o País ainda possui grandes desafios no campo educacional, que dificultam a elevação da escolaridade e a qualificação profissional, científica e tecnológica de sua população. Em 2010, apesar de possuir uma população quatro vezes superior à coreana, o Brasil contava com apenas 35,9 mil pesquisadores atuando no setor empresarial, contingente mais de cinco vezes inferior ao existente na Coreia. Sem dúvida, esta é uma das causas do atraso tecnológico e dos baixos níveis de produtividade e de inovação da indústria brasileira.

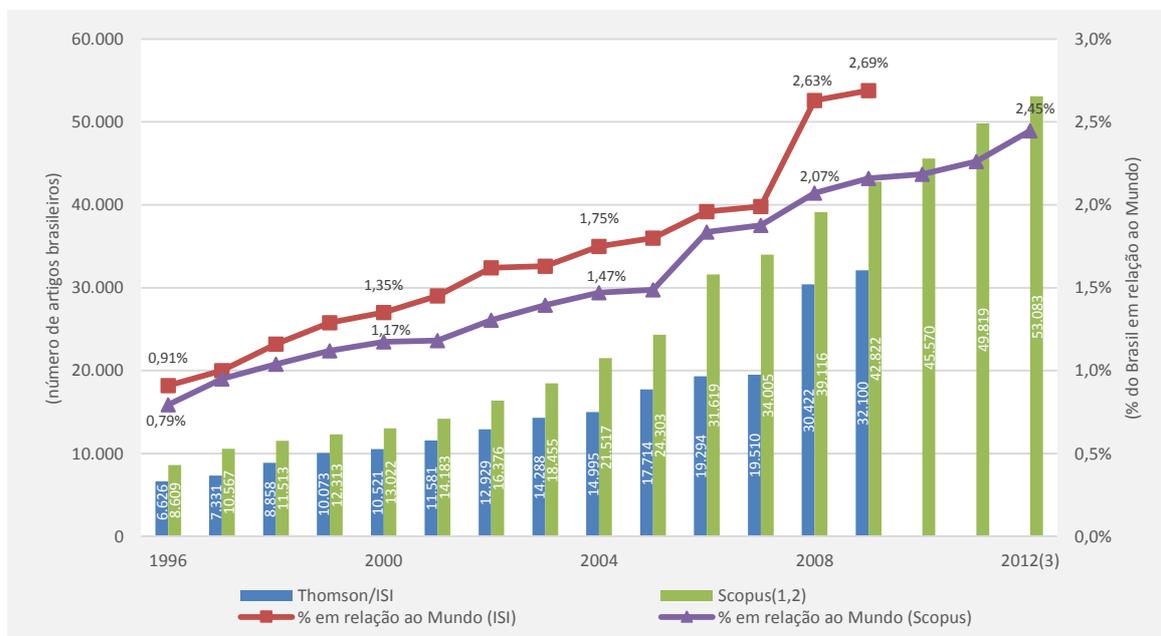
### **3.3.3 A produção científica e tecnológica no Brasil e no Mundo**

Os investimentos realizados pelo Estado na formação de recursos humanos altamente qualificados foram fundamentais para a consolidação de uma importante base científica no Brasil. Um dos indicadores utilizados mundialmente para medir a capacidade científica de um país é o número de artigos publicados em periódicos internacionais.

O Gráfico 30 apresenta a evolução recente do número de artigos brasileiros publicados em periódicos indexados pelas plataformas *Web of Science* (Thomson Reuters) e *Scopus* (Elsevier), que reúnem grande parte da literatura científica publicada internacionalmente. De 1996 a 2009, o número de artigos publicados por pesquisadores brasileiros em periódicos indexados pela *Web of Science* (WoS/ISI) cresceu 384%, passando de 6,6 mil para 32,1 mil. Em 13 anos, a participação do Brasil no total mundial de artigos

indexados na WoS praticamente triplicou, aumentando de 0,91% para 2,69%<sup>31</sup>. Embora possa parecer relativamente modesta, essa participação é expressiva se comparada com a produção científica de outros países em desenvolvimento.

**Gráfico 30 - Número de artigos brasileiros publicados em periódicos científicos indexados pela Thomson/ISI e Scopus e percentual do Brasil em relação ao total mundial de artigos (1996-2012)**



**Fonte(s):** SCImago (2007). National Science Indicators (NSI) da Thomson Reuters Scientific INC e SJR SCImago Journal & Country Rank. Acesso em 16/01/2014, <http://www.scimagojr.com>. Elaboração do autor com dados da Tabela 5.5, elaborada pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), disponibilizada em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/5710.html>. Notas: 1) São incluídos documentos passíveis de citação - "Citable Documents"; 2) Dados atualizados em função da indexação de novos documentos na base Scopus. 3) Valores preliminares publicados pelo SCImago Journal & Country Rank.

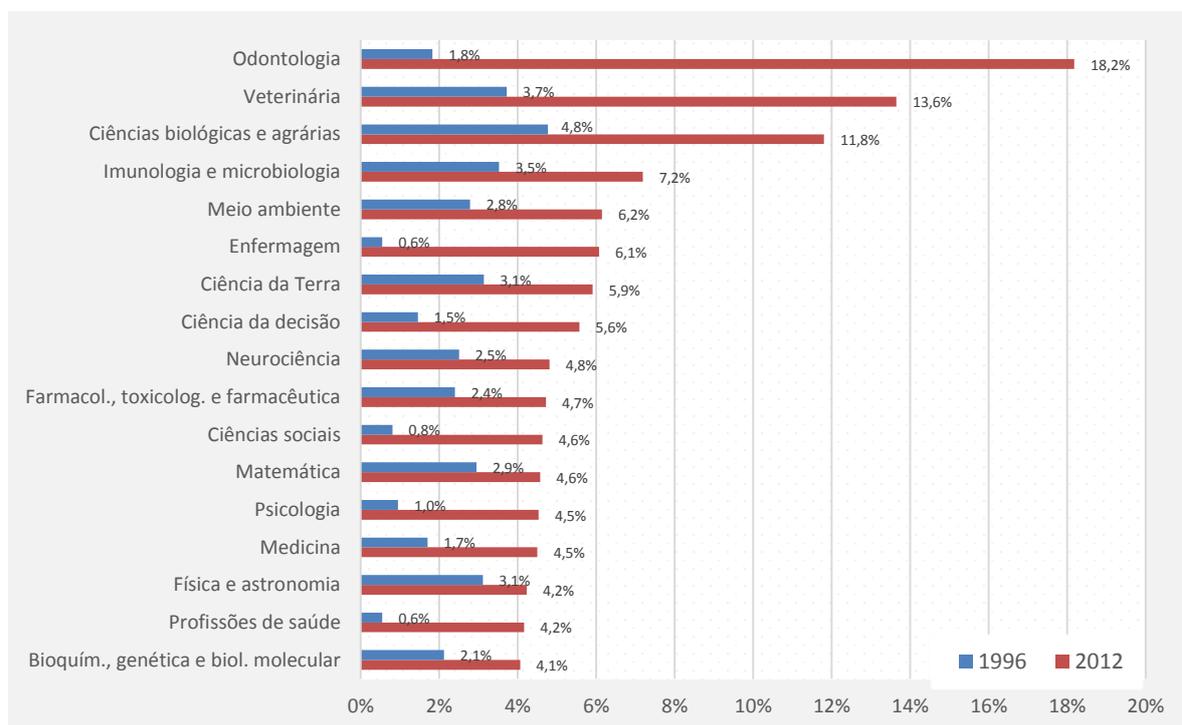
Tendência semelhante pode ser observada na plataforma Scopus da Elsevier. De 1996 a 2012, o número de artigos brasileiros publicados em periódicos indexados nesta base de dados aumentou 517%, passando de 8,6 mil para mais de 53 mil artigos. O crescimento da produção científica brasileira, associado ao maior reconhecimento da ciência produzida no País, elevou a participação do Brasil de 0,79% para 2,45% do total mundial de artigos indexados pela Scopus. Além disso, a participação brasileira em relação ao total de artigos dos países da América Latina aumentou de 38,4% para 54,7%<sup>32</sup>.

<sup>31</sup> Parte do crescimento observado no período, sobretudo entre 2007 e 2008, deve-se a incorporação de novos periódicos latino-americanos, especialmente brasileiros, à base de dados *Web of Science* da Tomson Reuters.

<sup>32</sup> Cf. Indicadores Nacionais de CTI (CGIN/MCTI), Tabela 8.3.2, disponível em: [http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/8508/Numero\\_de\\_artigos\\_brasileiros\\_da\\_America\\_Latina\\_e\\_do\\_mundo\\_publicados\\_em\\_periodicos\\_cientificos\\_indexados\\_pela\\_Scopus\\_por\\_area\\_do\\_Conhecimento.htm](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/8508/Numero_de_artigos_brasileiros_da_America_Latina_e_do_mundo_publicados_em_periodicos_cientificos_indexados_pela_Scopus_por_area_do_Conhecimento.htm)

Os fatos evidenciam um crescimento contínuo e expressivo do número de publicações de pesquisadores de instituições brasileiras em periódicos internacionais. Os diagnósticos existentes convergem ao apontar a existência de forte correlação positiva entre a ampliação da produção científica e a formação de novos pesquisadores em nível de pós-graduação. Esse é um dos principais resultados das políticas públicas de pesquisa e pós-graduação implementadas nas últimas décadas por órgãos como CNPq, Capes e FAPs.

**Gráfico 31 - Percentual de artigos brasileiros em relação ao total mundial de artigos publicados em periódicos indexados pela Scopus<sup>1</sup>, por áreas selecionadas do conhecimento (1996 e 2012)**



**Fonte(s):** SCImago (2007). SJR SCImago Journal & Country Rank. Acesso em 16/01/2014, <http://www.scimagojr.com>. Elaboração do autor com dados publicados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 5.7, disponibilizada em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/352409.html>. Notas: 1) São incluídos documentos passíveis de citação - "Citable Documents"; 2) Dados atualizados em função da indexação de novos documentos na base Scopus. 3) Valores preliminares publicados pelo SCImago Journal & Country Rank.

O Gráfico 31 apresenta o percentual de artigos brasileiros em relação ao total mundial de artigos indexados pela Scopus, em 1996 e 2012, nas áreas do conhecimento com maior participação brasileira no último ano. Observa-se que a participação do Brasil na ciência produzida mundialmente é muito expressiva nas áreas de odontologia, veterinária, ciências biológicas e agrárias, imunologia e microbiologia. Não por acaso, algumas dessas áreas são cobertas por sistemas específicos de pesquisa existentes no País, como os de pesquisa agropecuária e de pesquisa em saúde. Por outro lado, verifica-se que a produção científica nacional se destaca em áreas que estão na fronteira do conhecimento, como neurociências,

bioquímica, genética e biologia molecular. Também é importante notar que o Brasil avançou muito em áreas ligadas à saúde (especialmente em enfermagem, odontologia e profissões de saúde) e às ciências humanas e sociais.

De modo geral, as tendências observadas no cenário mundial indicam que a capacidade criadora dos países em determinadas áreas científicas ou tecnológicas é influenciada por diferentes fatores, incluindo: necessidades específicas da população, que induzem, por exemplo, o desenvolvimento da pesquisa em áreas relacionadas à saúde; oportunidades geográficas e ambientais, que incentivam a especialização em áreas da biologia ou das ciências da terra e do espaço; afinidades culturais, associadas ao desenvolvimento de ciências básicas, como a matemática e a física; necessidades ligadas à expansão industrial, relacionadas ao desenvolvimento da química, da engenharia e tecnologia; entre outros fatores.

Estatísticas publicadas pela Unesco em 2010 revelaram importantes diferenças de especialização científica entre os países. Os dados mostram que, entre os países da Tríade, Estados Unidos e Reino Unido se especializaram em pesquisa biomédica, medicina clínica, ciências da terra e do espaço. Já Alemanha e França são mais fortes em física, ciências da terra e do espaço, sendo que a primeira se destaca mundialmente em matemática. O Japão, com perfil mais tecnológico, concentra seus esforços nas áreas de física, química, engenharia e tecnologia. Por outro lado, entre os países do BRICS, a Rússia se especializou em ciências da terra e do espaço, física, matemática e química. A China, por sua vez, é forte em química e se especializou em biologia, física, engenharia e tecnologia. Já o Brasil se destaca em biologia, pesquisa biomédica e medicina clínica, enquanto a Índia se especializou mais em química (UNESCO, 2010).

Hollanders e Soete defendem que as tendências presentes no início do Século XXI indicam que a ciência mundial está sendo dominada por uma nova Tríade formada por Estados Unidos, Europa e Ásia. Historicamente, as publicações científicas em periódicos indexados pelo *Science Citation Index (SCI) da Thomson Reuters* concentravam-se nos Estados Unidos, Japão e em alguns países europeus. Entre 2002 e 2008, no entanto, a participação dos pesquisadores americanos na produção científica mundial caiu de 30,9% para 27,7%, a dos japoneses diminuiu de 10% para 7,6% e a dos alemães reduziu de 8,9% para 7,7%. Por outro lado, a participação dos chineses na ciência mundial mais do que dobrou, passando de 5,2% para 10,6%. Além disso, as publicações de pesquisadores coreanos

e indianos em periódicos internacionais cresceram mais de 90%. Os dados organizados pela Unesco mostraram que, enquanto a participação dos países da União Europeia no total de artigos indexados pelo SCI caiu de 39,6% para 36,5%, a participação dos países da Ásia na ciência mundial aumentou de 24,2% para 30,7% (HOLLANDERS; SOETE, 2010, p. 14-15).

**Tabela 7 - Número de artigos publicados e número de citações de países selecionados em periódicos científicos indexados pela Scopus (2002, 2012)**

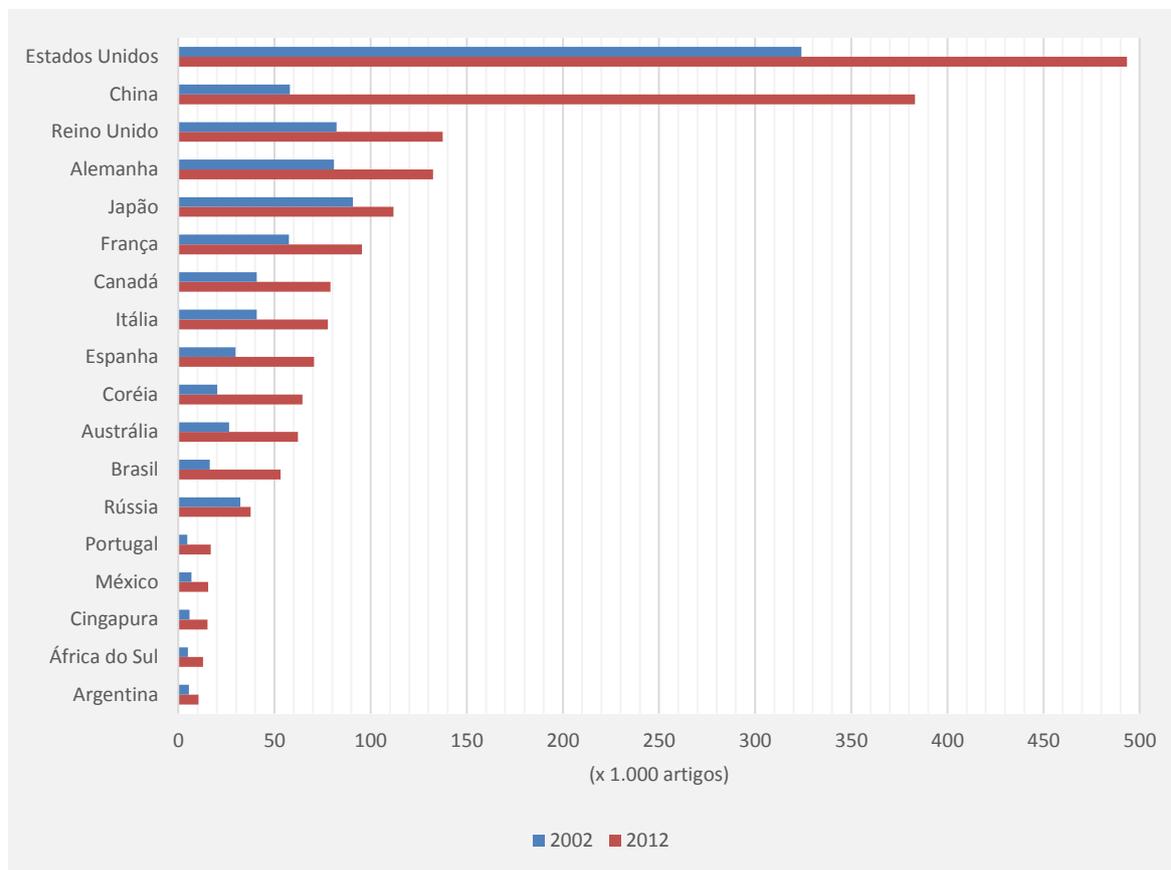
Países selecionados	2002		2012		Variação do nº de artigos (2002=100)
	Artigos	Citações	Artigos	Citações	
África do Sul	4.900	70.176	12.766	7.608	161%
Alemanha	80.894	1.869.877	132.505	95.320	64%
Argentina	5.523	83.917	10.430	6.040	89%
Austrália	26.447	646.988	62.200	43.082	135%
<b>Brasil</b>	<b>16.376</b>	<b>240.179</b>	<b>53.083</b>	<b>17.580</b>	<b>224%</b>
Canadá	40.757	1.048.318	79.017	54.256	94%
China	57.970	553.558	383.117	105.523	561%
Cingapura	5.712	106.129	15.085	10.113	164%
Coréia	20.205	320.626	64.581	26.804	220%
Espanha	29.723	600.044	70.539	44.019	137%
Estados Unidos	324.144	9.918.011	493.337	341.608	52%
França	57.491	1.260.887	95.534	61.977	66%
Itália	40.837	923.743	77.747	54.621	90%
Japão	90.821	1.560.750	111.893	50.816	23%
México	6.774	92.812	15.464	6.531	128%
Portugal	4.654	88.789	16.762	9.790	260%
Reino Unido	82.270	2.297.197	137.413	106.306	67%
Rússia	32.248	220.058	37.568	12.503	16%

**Fonte(s):** SCImago. (2007). SJR SCImago Journal & Country Rank. Acesso em 16/01/2014, <http://www.scimagojr.com>. Elaboração do autor com dados publicados pela Coordenação Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), disponíveis em: <http://www.mcti.gov.br/index.php/content/view/9225.html>.

A Tabela 7 apresenta o número de artigos publicados e o número de citações em periódicos científicos indexados pela Scopus de dezoito países selecionados, em 2002 e 2012. Os dados revelam que o Estados Unidos continua sendo líder mundial em publicações científicas, mas que esta liderança vem sendo ameaçada pelo crescimento acelerado da produção científica chinesa. Em 2002, os pesquisadores americanos publicaram 324,1 mil artigos, 3,5 vezes mais do que os japoneses, que ocupavam a segunda colocação entre os países com maior número de publicações. No mesmo ano, os chineses tiveram 57,9 mil artigos publicados, patamar próximo ao dos franceses, mas inferior ao de pesquisadores alemães e ingleses. Porém, entre 2002 e 2012, a produção científica chinesa cresceu 561%, bem mais que nos Estados Unidos (52%), Japão (23%), Reino Unido (67%) e Alemanha (64%). Em 2004, a China já havia superado o Japão e alcançado a segunda colocação entre os líderes mundiais em ciência e, em 2012, os chineses publicaram 383,1 mil artigos. Além

disso, a China passou do 10º para o 3º lugar entre os países com maior número de citações em periódicos indexados pela Scopus.

**Gráfico 32 - Número de artigos de países selecionados publicados em periódicos científicos indexados pela Scopus (2002 e 2012)**



**Fonte(s):** SCImago. (2007). SJR SCImago Journal & Country Rank. Acesso em 16/01/2014, <http://www.scimagojr.com>. Elaboração do autor com dados publicados pela Coordenação Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), disponíveis em: <http://www.mcti.gov.br/index.php/content/view/9225.html>.

Além dos Estados Unidos, os principais países da Tríade tradicional também perderam espaço na ciência mundial (Gráfico 32). De 2002 a 2012, o Japão caiu de segundo para quinto lugar em número de publicações e de quarto para oitavo lugar em quantidade de citações. Por outro lado, a produção científica do Reino Unido, da Alemanha e da França cresceu menos da metade da produção de países como Espanha (137%), Austrália (135%) e México (128%). A Coreia e o Brasil avançaram ainda mais que estes países. Em 2002, a Coreia e o Brasil ocupavam, respectivamente, a 12ª e a 13ª colocação entre os líderes mundiais em produção científica. Nos 10 anos seguintes, porém, o número de artigos publicados anualmente pelos pesquisadores coreanos e brasileiros mais do que triplicou. Com isso, a Coreia ultrapassou a Rússia e a Austrália, alcançando a 10ª colocação entre os líderes mundiais, e o Brasil subiu uma posição, superando a produção científica russa.

Finalmente, chama atenção o desempenho de Portugal que, em 10 anos, teve um crescimento de 260% em suas publicações científicas e, em 2012, já havia superado países como México, Cingapura, África do Sul e Argentina.

Outra tendência que marca a evolução da produção científica e tecnológica mundial é a enorme desigualdade na criação e apropriação privada do conhecimento. Um dos indicadores utilizados para mensurar o sucesso tecnológico de um país ou região é o número de patentes depositadas nos escritórios americano, europeu e japonês de patentes. Como indicador de esforço tecnológico, as patentes revelam o caráter cumulativo e tácito do conhecimento, pois se consolidam como um direito de propriedade intelectual formalmente reconhecido e duradouro. Esse é o indicador que aponta de modo mais decisivo para a desigualdade na apropriação do conhecimento em nível global, tendo em vista que poucos países concentram a maioria das patentes válidas internacionalmente. Por outro lado, grandes países em desenvolvimento, e até mesmo regiões inteiras do mundo, respondem por um percentual muito pequeno delas (HOLLANDERS; SOETE, 2010).

**Tabela 8 - Pedidos e concessões de patentes de invenção de países selecionados junto ao Escritório Americano de Marcas e Patentes (2000 e 2010)**

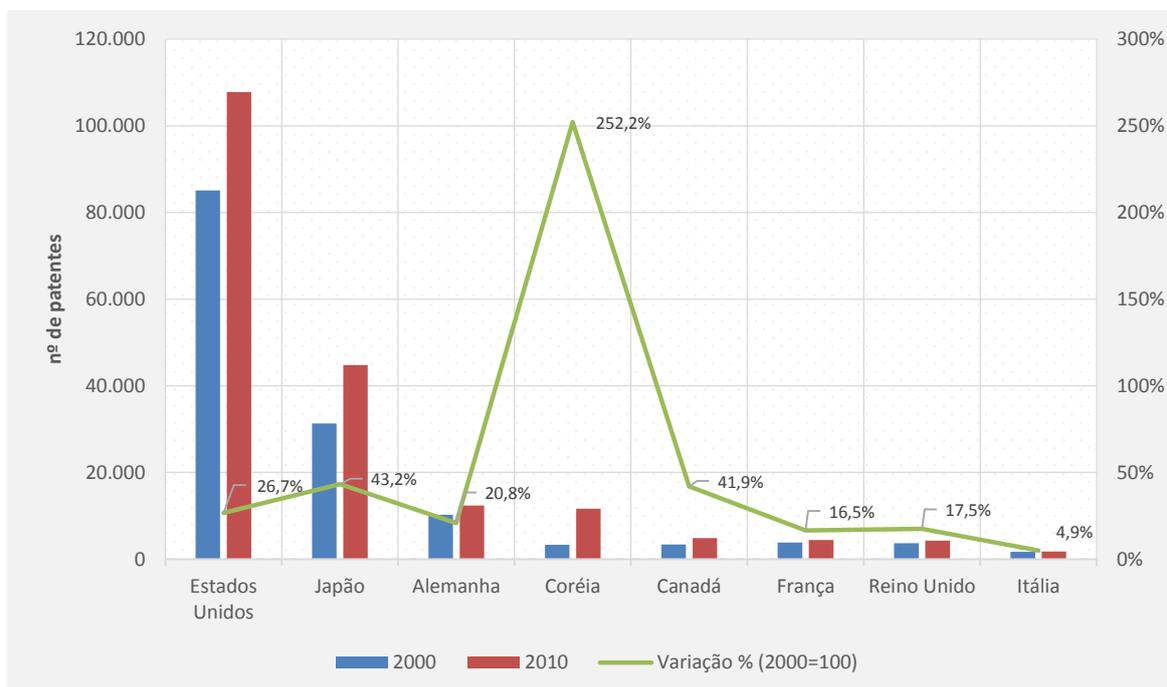
Países selecionados	Pedidos			Concedidos		
	2000	2010	Variação % (2000=100)	2000	2010	Variação % (2000=100)
África do Sul	209	320	53,1%	111	116	4,5%
Alemanha	17.715	27.702	56,4%	10.235	12.363	20,8%
Argentina	137	134	-2,2%	54	45	-16,7%
Austrália	1.800	3.739	107,7%	705	1.748	147,9%
<b>Brasil</b>	<b>220</b>	<b>568</b>	<b>158,2%</b>	<b>98</b>	<b>175</b>	<b>78,6%</b>
Canadá	6.809	11.685	71,6%	3.419	4.852	41,9%
China	469	8.162	1640,3%	119	2.657	2132,8%
Cingapura	632	1.540	143,7%	218	603	176,6%
Coréia	5.705	26.040	356,4%	3.314	11.671	252,2%
Espanha	549	1.422	159,0%	270	414	53,3%
Estados Unidos	164.795	241.977	46,8%	85.068	107.791	26,7%
França	6.623	10.357	56,4%	3.819	4.450	16,5%
Índia	438	3.789	765,1%	131	1.098	738,2%
Itália	2.704	4.156	53,7%	1.714	1.798	4,9%
Japão	52.891	84.017	58,8%	31.295	44.813	43,2%
México	190	295	55,3%	76	101	32,9%
Portugal	17	111	552,9%	11	28	154,5%
Reino Unido	7.523	11.038	46,7%	3.659	4.299	17,5%
Rússia	382	606	58,6%	183	272	48,6%

**Fonte(s):** Escritório Americano de Marcas e Patentes (USPTO, na sigla em inglês), dados extraídos em 06/12/2013. Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Nota(s): período ano calendário (01/01 a 31/12). Disponibilizada em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9239.html>

A Tabela 8 apresenta o número de pedidos e concessões de patentes de invenção de 19 países selecionados, em 2000 e 2010, junto ao Escritório Americano de Marcas e Patentes (USPTO, na sigla em inglês). No início da década, os Estados Unidos obtiveram 85.068

patentes de invenção no USPTO, quase três vezes o número das concedidas ao Japão (31.295) e mais de oito vezes o total alcançado pela Alemanha (10.235). Além desses três países, apenas França, Reino Unido, Canadá e Coréia conseguiram mais de 3.000 patentes no escritório norte-americano. Por outro lado, grandes países em desenvolvimento - como Rússia, Índia e China - receberam entre 100 e 200 patentes de invenção nos Estados Unidos. O Brasil, particularmente, apresentou 220 pedidos e obteve 98 registros de patente, um pouco menos que a China e a África do Sul.

**Gráfico 33 - Concessões de patentes de invenção de países selecionados junto ao USPTO (2000 e 2010)**

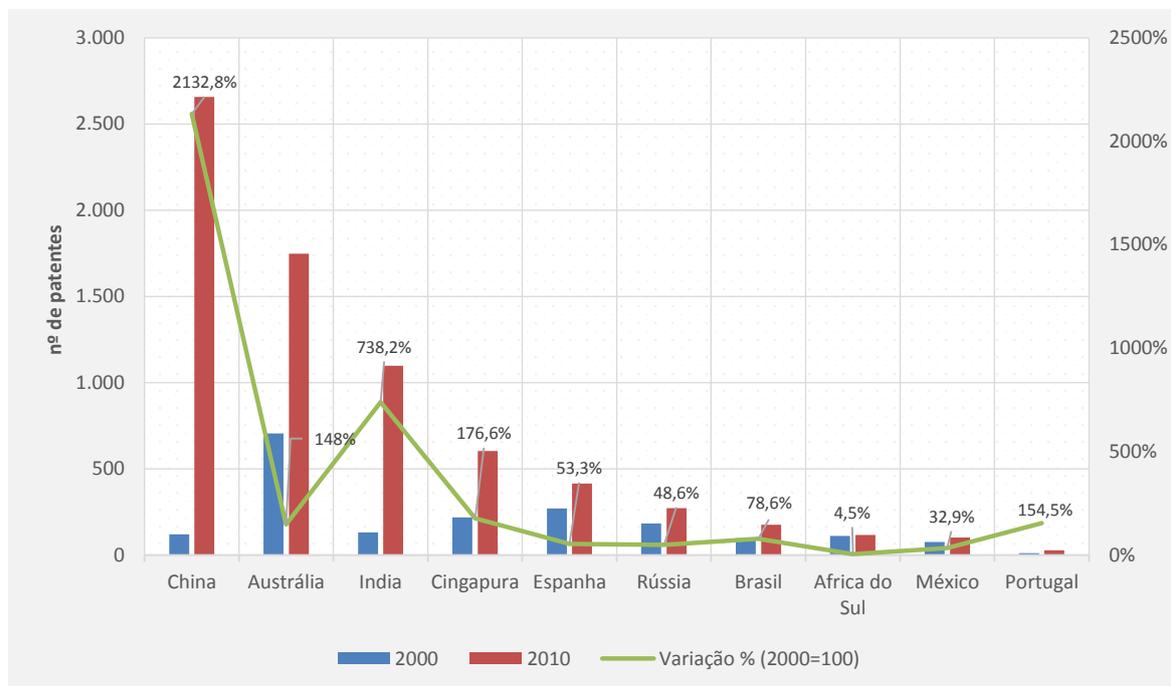


**Fonte:** Escritório Americano de Marcas e Patentes (USPTO, dados extraídos em 06/12/2013). Elaboração do autor com dados publicados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI).

No decorrer da década, porém, ocorreram mudanças significativas. Como se observa no Gráfico 33, entre 2000 e 2010, os países desenvolvidos do G7 - Estados Unidos, Japão, Alemanha, França, Reino Unido, Canadá e Itália - tiveram crescimento relativamente modesto das patentes de invenção obtidas junto ao USPTO. Entre esses países, Japão e Canadá apresentaram as maiores taxas de crescimento (próximas de 40%), enquanto os europeus evoluíram de forma menos favorável, com taxas entre 4,9% (Itália) e 20,8% (Alemanha). O gráfico também destaca o grande esforço tecnológico realizado pela República da Coréia. Em 10 anos, o número de patentes de invenção concedidas a instituições, empresas ou inventores coreanos cresceu 252,2%. Com isso, a Coréia passou

do sétimo para o quarto lugar entre os líderes em patentes concedidas pelo escritório norte americano, superando Canadá, Reino Unido e França.

**Gráfico 34 - Concessões de patentes de invenção de países selecionados junto ao USPTO (2000 e 2010)**

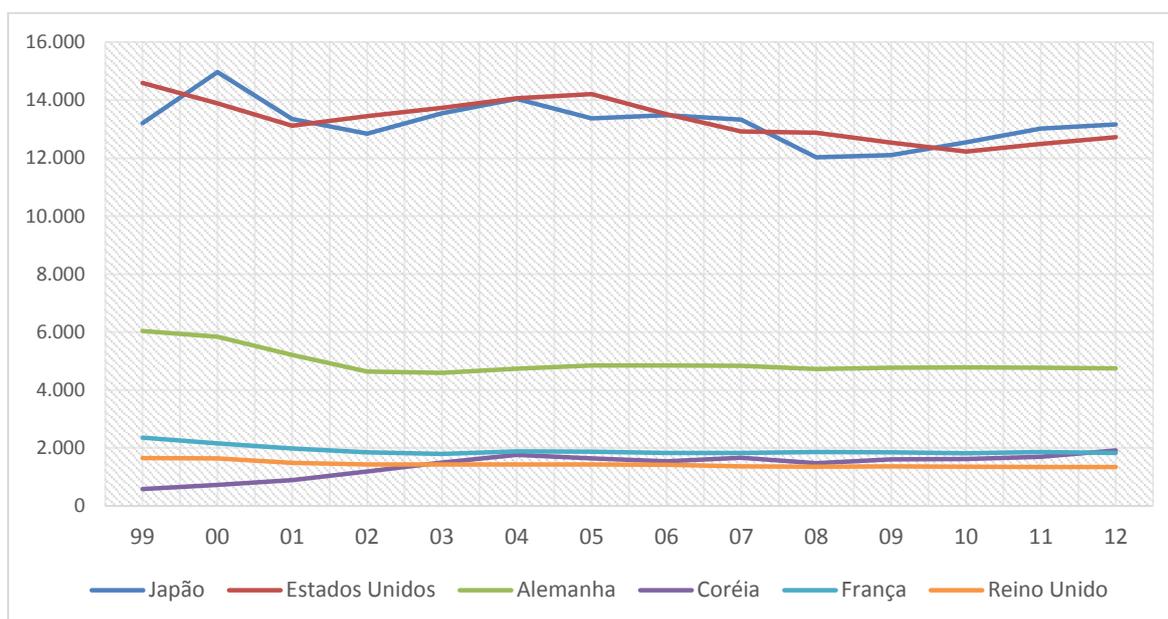


**Fonte:** Escritório Americano de Marcas e Patentes (USPTO, dados extraídos em 06/12/2013). Elaboração própria com dados disponibilizados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI).

Entre os países selecionados, China e Índia apresentaram as maiores taxas de crescimento do número de patentes no USPTO (Gráfico 34). Em 2010, a quantidade de patentes de invenção concedidas aos chineses foi 2.132,8% superior às reconhecidas no início da década. Com essa evolução impressionante, a China saltou da 14ª para a 8ª posição entre os países com maiores concessões de patentes nos Estados Unidos, ultrapassando Itália, Austrália, Índia, Cingapura, Espanha e Rússia. Por outro lado, as patentes obtidas pela Índia aumentaram 738,2%, permitindo que ela superasse Cingapura, Espanha e Rússia. Além desses países, Cingapura e Austrália também apresentaram crescimento expressivo de patentes no USPTO (de, respectivamente, 176,6% e 148%). Por outro lado, o crescimento do número de patentes concedidas para instituições, empresas ou inventores brasileiros foi de 78,6%, muito aquém do alcançado por indianos e chineses. Além disso, o Brasil partiu de um patamar baixo e não conseguiu alterar sua posição em relação à Rússia, mesmo apresentando maior crescimento. Entre os BRICS, o Brasil superou apenas a África do Sul e ficou na 15ª colocação entre os países selecionados.

Os gráficos 35, 36 e 37 mostram o total de famílias de patentes triádicas<sup>33</sup> de 18 países selecionados, segundo país de residência do inventor e data de prioridade, no período de 1999 a 2012. Esse indicador tem a vantagem de permitir uma comparação mais realista sobre a capacidade de inovação e de internacionalização das economias desses países, uma vez que se refere à proteção de uma mesma invenção nos principais blocos econômicos do mundo. Os países foram divididos em três conjuntos, agrupados com base em escalas bem diferentes de famílias de patentes apresentadas anualmente.

**Gráfico 35 - Total de famílias de patentes triádicas de países selecionados por data de prioridade (1999-2012)**



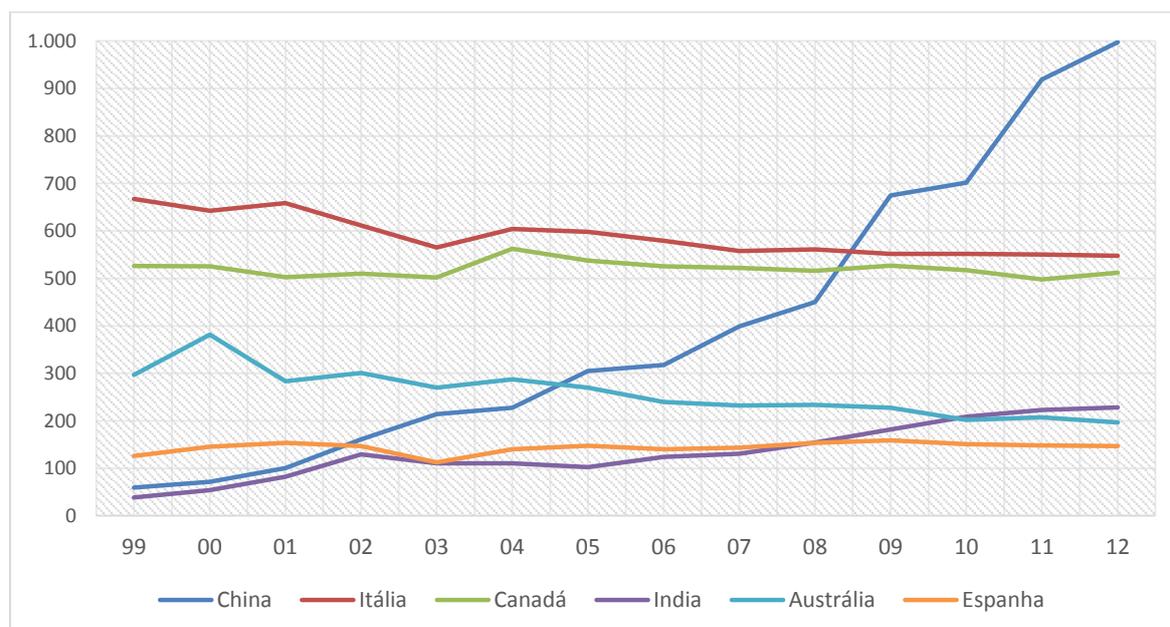
**Fonte(s):** Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Dados extraídos em 27/08/2014; [http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PATS\\_IPC](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PATS_IPC). Elaboração do autor com dados publicados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 8.4.7, disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/346179.html>

O primeiro grupo (Gráfico 35) reúne os seis países que mais se destacam no mundo em termos de desenvolvimento tecnológico, incluindo Japão, Estados Unidos, Alemanha, França, Reino Unido e Coréia. Observa-se que Japão e Estados Unidos disputavam a liderança e concentravam grande parte das patentes válidas internacionalmente, com mais de 12 mil famílias/ano. Em seguida vinha a Alemanha que, após sofrer uma queda nos quatro

<sup>33</sup> Define-se uma família de patentes como um conjunto de patentes selecionadas em vários países para proteger uma única invenção. A abrangência e a composição de uma família de patentes dependem do tipo de ligação de prioridade, tipos de documentos de patentes e dos escritórios de patenteamento envolvidos. De acordo com a definição utilizada pela OCDE, a Família de Patente Triádica engloba um conjunto de pedidos de patentes apresentado junto ao Escritório Europeu de Patentes (EPO, na sigla em inglês) e ao Escritório de Patentes Japonês (JPO, na sigla em inglês), e concedido pelo Escritório Americano de Marcas e Patentes (USPTO, na sigla em inglês), que compartilha um ou mais pedidos de prioridades, protegendo o mesmo conjunto de invenções.

primeiros anos, manteve seu desempenho estável até o final do período, com uma média de 4,7 mil famílias/ano. Os três últimos países encontravam-se numa posição relativamente próxima em 2012, com cerca de 1,7 mil famílias de patentes. No entanto, enquanto França e Reino Unido retrocederam no período, a Coréia mais do que triplicou sua quantidade anual de patentes e conseguiu superar os esforços desses países<sup>34</sup>.

**Gráfico 36 - Total de famílias de patentes triádicas de países selecionados por data de prioridade (1999-2012)**



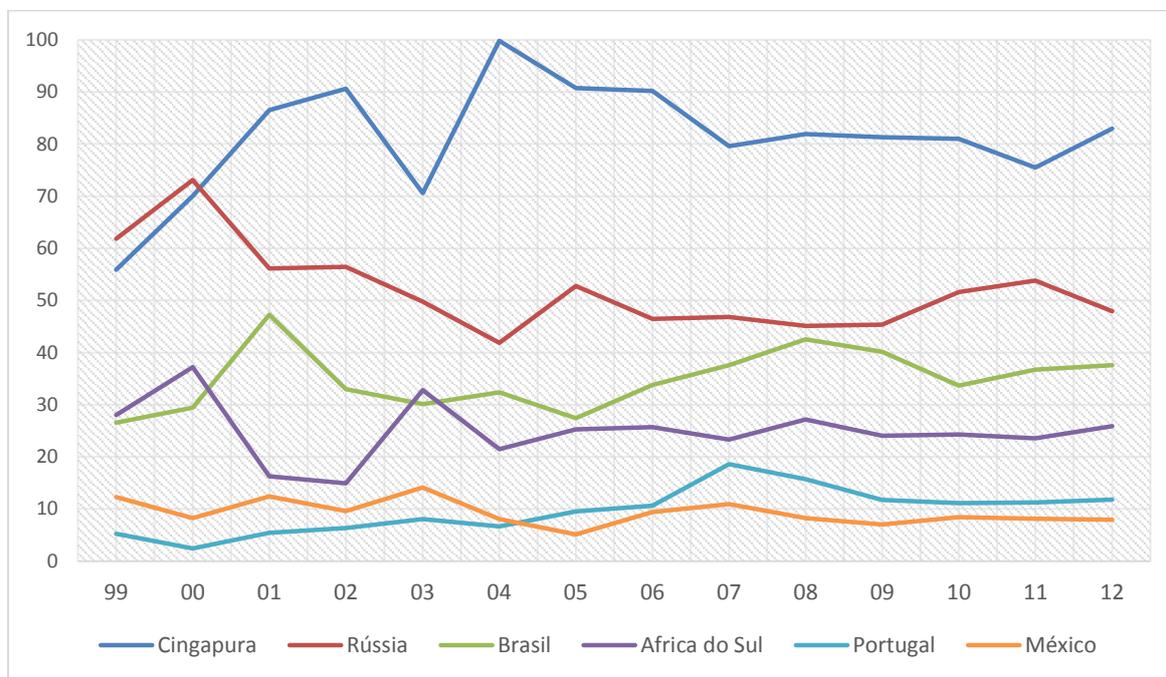
**Fonte(s):** Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Dados extraídos em 27/08/2014; [http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PATS\\_IPC](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PATS_IPC). Elaboração própria com dados publicados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 8.4.7, Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/346179.html>.

O segundo grupo (Gráfico 36) agrega um conjunto de países que estavam numa posição intermediária em 2012, com menos de mil famílias de patentes triádicas, incluindo China, Itália, Canadá, Índia, Austrália e Espanha. O fato que mais se destaca é o avanço extraordinário das patentes apresentadas por inventores chineses. Em apenas 13 anos, o total de famílias de patentes da China cresceu mais de 15 vezes, passando de 59,1 para 997,7. Desse modo, a China conseguiu superar largamente os demais países listados, inclusive Itália e Canadá. Verifica-se também que os países mais desenvolvidos do grupo, sobretudo Itália e Austrália, apresentaram quedas nas patentes registradas por seus inventores. Em sentido contrário, o total de patentes registradas anualmente por indianos nos escritórios da Tríade

<sup>34</sup> Os indicadores publicados recentemente pelo MCTI, com dados atualizados pela OCDE, mostram que a Coréia se destacou ainda mais e vem se distanciando dos outros dois países, sobretudo do Reino Unido. Cf.: Indicadores Nacionais de CTI, disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/2079/Patentes.html>.

aumentou 490% no período (de 38,7 para 228,3), fazendo com que a Índia superasse a Espanha e a Austrália.

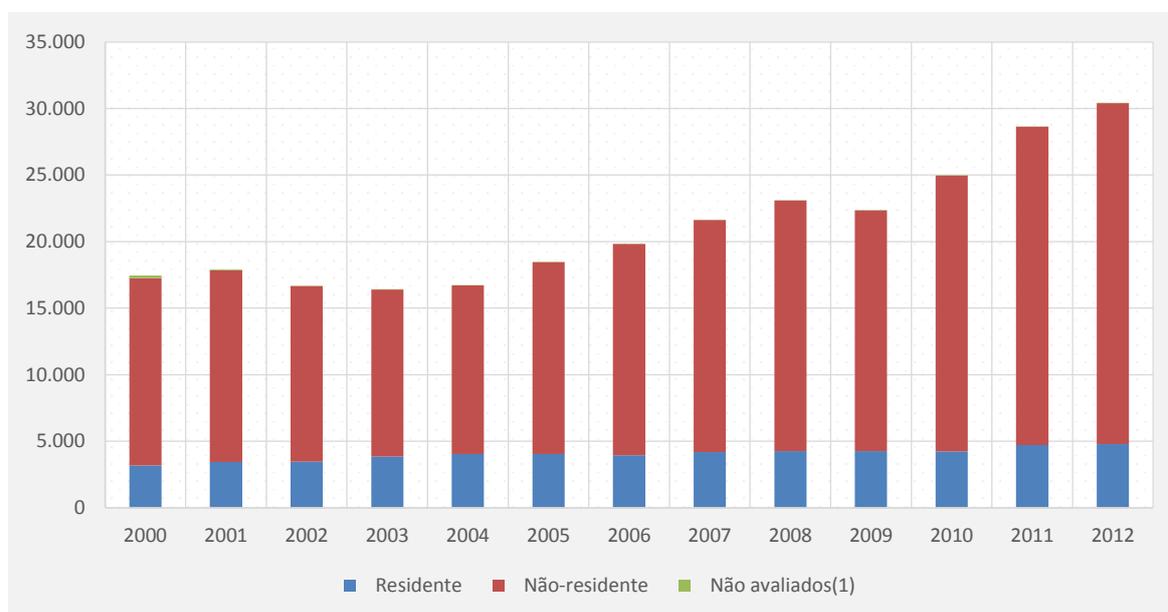
**Gráfico 37 - Total de famílias de patentes triádicas de países selecionados por data de prioridade (1999-2012)**



**Fonte(s):** Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Dados extraídos em 27/08/2014; [http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PATS\\_IPC](http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=PATS_IPC). Elaboração própria com dados publicados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 8.4.7, Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/346179.html>.

Finalmente, o terceiro grupo (Gráfico 37) reúne seis países muito diferentes que possuem baixa inserção tecnológica nos mercados europeu, japonês e americano, incluindo Cingapura, Rússia, Brasil, África do Sul, Portugal e México. Entre 1999 e 2012, o total de famílias de patentes triádicas de Cingapura cresceu 48%, passando de 55,9 para 83,0. Com esse desempenho, o pequeno país do sudeste asiático conseguiu superar a Rússia, que retrocedeu 23% no mesmo período (de 61,8 para 47,9). Os dados mostram que África do Sul e Brasil partiram de um patamar muito próximo e que o Brasil evoluiu um pouco melhor, fechando o período com 37,6 famílias de patentes e aproximando-se da Rússia. Porém, em comparação com países que vêm obtendo maior êxito industrial e tecnológico, como China e Índia, o desempenho brasileiro foi pouco expressivo. Por último, destaca-se o crescimento das patentes de Portugal, que partiu de um patamar extremamente baixo e conseguiu superar o México.

**Gráfico 38 - Pedidos de patentes de invenção depositados no INPI, segundo origem do depositante, Brasil (2000-2012)**



**Fonte:** Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Assessoria de Assuntos Econômicos (AECON), Base de Dados Estatísticos de Propriedade Intelectual - BADEPI, Sistema de Protocolo Automatizado Geral - PAG. Acessado em 07/05/2015. Elaboração do autor com dados publicados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI), Tabela 6.1.1. disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/350928.html>. Notas: (1) Não avaliados por não identificação do 1º depositante ou da origem do 1º depositante.

Especificamente sobre o Brasil, o Gráfico 38 apresenta o total de patentes de invenção depositados no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), segundo origem do depositante, no período de 2000 a 2012. Com esses dados, pode-se avaliar a evolução dos pedidos de proteção intelectual de criações de inventores, instituições e empresas do País e do exterior dentro do mercado brasileiro. Os dados revelam que, em média, 80% dos pedidos foram submetidos por não-residentes. Em 12 anos, o total de pedidos de proteção apresentados por residentes aumentou 51%, passando de 3,2 mil para 4,8 mil. Porém, as solicitações de estrangeiros cresceram bem mais, de 14,1 mil para 25,6 mil. Assim, apesar da ampliação dos esforços de instituições e empresas brasileiras, entre 2004 e 2012, a participação dos residentes no total de pedidos de patente de invenção depositados no INPI caiu sete p.p., passando de 24% para 16%.

O baixo número de patentes brasileiras no País e no exterior está relacionado com uma série de características do SNCTI, incluindo o número reduzido de pesquisadores atuando nas empresas, as características dos setores industriais dominantes no Brasil, as exportações concentradas em *comodities* e produtos com baixo conteúdo tecnológico, entre outros fatores. A esses condicionantes soma-se a falta de ousadia das empresas de capital nacional, resultante de décadas de mercado fechado e de economia pouco confiável. Desde

a década 1990, porém, ocorreram importantes mudanças no cenário nacional, como maior estabilidade econômica, abertura do mercado interno e acirramento da competição entre as empresas. Essas mudanças estão gerando novas atitudes em um grupo importante de empresas industriais brasileiras.

### **3.4 O desafio da inovação tecnológica no Brasil**

Observou-se que países como Estados Unidos, República da Coreia e Alemanha empregam de forma sistemática políticas voltadas ao crescimento econômico por meio da inovação, visando manter, ou aumentar, sua hegemonia em segmentos decisivos da economia mundial. Vale notar que alguns países desenvolvidos estão caminhando para uma terceira geração de políticas de inovação. Na primeira geração, que surgiu no período posterior a Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento tecnológico era visto como um processo linear, que partia da pesquisa básica, passando pela pesquisa aplicada e chegando na inovação. A segunda geração de políticas emergiu no final de década de 1980 e se baseava na noção de Sistema Nacional de Inovação, que reconhecia a complexidade e o caráter sistêmico do processo de inovação. Finalmente, a terceira geração de políticas busca integrar as políticas de inovação com outras políticas públicas, como políticas ambientais, educacionais, de saúde, entre outras.

De acordo com Salerno e Kubota, o tema da transformação da base produtiva brasileira em direção a uma economia mais inovadora é um aspecto central do debate sobre o desenvolvimento do País. Por isso, é importante conhecer as políticas adotadas pelos diversos países para tornar suas economias mais inovadoras e competitivas e também as formas como o Estado brasileiro vem atuando. As chamadas políticas de inovação constituem atualmente o núcleo das políticas industriais, científicas, tecnológicas e de comércio exterior dos países desenvolvidos. Essas políticas partem do pressuposto de que a inovação é um fenômeno sistêmico e que o conhecimento tem um papel extremamente relevante no desenvolvimento econômico e social. Sob esta ótica, compreende-se que desenvolvimento não depende apenas da existência de uma infraestrutura científica e tecnológica sólida, mas também da consolidação de uma base produtiva capaz de absorver e utilizar novos conhecimentos e tecnologias (SALERNO; KUBOTA, 2008).

### 3.4.1 Evolução dos indicadores de inovação tecnológica (1998-2011)

Até o final da década de 1990, não se dispunha de um conjunto abrangente de dados e indicadores sobre inovação tecnológica nas empresas brasileiras. Existiam apenas levantamentos realizados pela Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei), cobrindo as atividades de P&D das empresas filiadas à entidade. Em 2001, com o apoio do MCT e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o IBGE realizou a primeira edição da *Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica - Pintec 2000*, referente ao triênio 1998-2000 (IBGE, 2002). A Pintec foi a primeira pesquisa sobre inovação no Brasil realizada com metodologia recomendada pela OCDE, aceita e aplicada em vários países. A pesquisa forneceu informações importantes sobre a capacidade de inovação da indústria brasileira. Desde então, foram feitas mais quatro edições - Pintec 2003 (2001-2003), Pintec 2005 (2003-2005), Pintec 2008 (2006-2008) e Pintec 2011 (2009-2011).

Ao longo dos anos, o levantamento incorporou diversos aperfeiçoamentos, como ampliação da amostra, regionalização dos resultados (a partir de 2003), inserção do setor de serviços intensivos em conhecimento (desde 2005), divulgação de estatísticas setoriais mais desagregadas e mapeamento do uso de biotecnologia e nanotecnologia nas empresas. Na edição de 2011, a pesquisa abrangeu novos setores e detalhou melhor as fontes de financiamento de atividades de P&D. Atualmente, a Pintec está voltada para a construção de indicadores de inovação das empresas industriais, de serviços selecionados e de eletricidade e gás (IBGE, 2013).

A metodologia da Pintec segue os conceitos e recomendações do *Manual de Oslo* (OCDE, 2005) e o modelo adotado no *Community Innovation Survey* (CIS), realizado pelo *Statistical Office of the European Communities* (Eurostat) com os 15 países-membros da Comunidade Europeia. A unidade de investigação é a empresa e as informações da pesquisa estão concentradas nas inovações de produto ou processo, compreendidas como a implementação de produtos (bens ou serviços) ou de processos novos, ou ainda seu aprimoramento substancial. Esses tipos de inovação ocorrem quando o produto é introduzido no mercado ou quando o processo passa a ser operado pela empresa. Diante da constatação de que muitas inovações no setor de serviços e na indústria de transformação de baixa tecnologia não eram captadas pelo conceito tradicional de inovação tecnológica (de produto

ou processo), a terceira edição do Manual de Oslo introduziu a noção de inovação não-tecnológica, abrangendo as inovações organizacionais e de marketing<sup>35</sup>.

É importante ressaltar que o conceito de inovação se refere a produto e/ou processo novo para a empresa, não sendo, necessariamente, novo para o mercado ou para o setor de atuação da firma. As inovações podem ser desenvolvidas pela própria empresa ou por outras empresas/instituições. Seguindo as recomendações internacionais, a pesquisa mapeia os diversos tipos de atividades que as empresas realizam para inovar, incluindo: atividades internas de P&D; aquisição externa de P&D; aquisições de outros conhecimentos externos, softwares, máquinas e equipamentos; treinamento de recursos humanos; introdução das inovações tecnológicas no mercado; projeto industrial; e outras preparações técnicas para a produção e distribuição (IBGE, 2013).

A Tabela 9 apresenta, em relação ao total de empresas, aquelas inovadoras e as empresas que inovaram em produto ou em processo nos setores cobertos pelas Pintec de 2000 a 2011<sup>36</sup>. Verifica-se que, do universo de 128,7 mil empresas mapeadas na última edição da pesquisa, 45,9 mil (35,7%) foram inovadoras, ou seja, implementaram inovações

---

<sup>35</sup> As inovações de produto e processo são definidas da seguinte forma: "... 'Produto novo' é aquele cujas características fundamentais (especificações técnicas, componentes e materiais, softwares incorporados, user friendliness, funções ou usos pretendidos) diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa. A inovação de produto também pode ser progressiva, através de um significativo aperfeiçoamento de produto previamente existente, cujo desempenho foi substancialmente aumentado ou aprimorado [...] 'Inovação de processo' refere-se à introdução de novos ou substancialmente aprimorados métodos de produção ou de entrega de produtos. Métodos de produção, na indústria, envolvem mudanças nas técnicas, máquinas, equipamentos ou softwares usados no processo de transformação de insumos em produtos; nos serviços, envolvem mudanças nos equipamentos ou softwares utilizados, bem como nos procedimentos ou técnicas que são empregados para criação e fornecimento dos serviços" (IBGE, 2013: 19-20). Segundo o Manual de Oslo, "... As inovações organizacionais referem-se à implementação de novos métodos organizacionais, tais como mudanças em práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas da empresa. As inovações de marketing envolvem a implementação de novos métodos de marketing, incluindo mudanças no design do produto e na embalagem, na promoção do produto e sua colocação, e em métodos de estabelecimento de preços de bens e de serviços" (FINEP, 2005: 23).

<sup>36</sup> As pesquisas de 2000, 2003 e 2005 adotam a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 1.0, cobrindo as seções Indústrias Extrativas e Indústrias de Transformação (C e D, respectivamente). A Pintec 2005 inclui também o grupo Telecomunicações (64.2) e as divisões Informática e Serviços Relacionados e Pesquisa e Desenvolvimento (72 e 73, respectivamente), agregados em Serviços. A partir da Pintec 2008 utiliza-se a Classificação Nacional de Atividades Econômicas versão 2.0 - CNAE 2.0, seções Indústrias Extrativas e Indústrias de Transformação (B e C, respectivamente) e, agregadas em Serviços, as divisões Telecomunicações, Atividades dos Serviços de Tecnologia da Informação e Pesquisa e Desenvolvimento (61, 62 e 72, respectivamente), grupo Tratamento de Dados, Hospedagem na Internet e Outras Atividades Relacionadas (63.1), além da combinação de divisão e grupo Edição e Gravação de Som, e Edição de Música (58+59.2). A Pintec 2011 diferencia-se das anteriores pela inclusão do setor de Eletricidade e gás, e dos Serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas. Em função do pequeno número de empresas constantes no cadastro básico de seleção, decidiu-se por um levantamento censitário na divisão 72 (Pesquisa e desenvolvimento científico) da CNAE 2.0. Para as outras atividades do âmbito da PINTEC, efetuou-se um levantamento por amostragem.

de produto ou processo no período de referência (de 2009 a 2011). Proporcionalmente, a taxa geral de inovação foi de 35,6% entre as empresas industriais, 36,8% entre as empresas de serviços e de 44,1% entre as empresas de eletricidade e gás. Nos três setores investigados, as taxas de inovação de processo foram superiores às de inovação de produto. No âmbito da indústria, predominaram as empresas que inovaram apenas em processo, seguidas pelas que inovaram tanto em produto quanto em processo. Nos serviços, houve maior percentual de empresas inovadoras em produto e processo, enquanto do setor de eletricidade e gás prevaleceram as empresas que inovaram apenas em processo (IBGE, 2013: 38).

**Tabela 9 - Quantidade e percentual de empresas, de empresas inovadoras, de empresas que inovaram em produto e de empresas que inovaram em processo, segundo atividades selecionadas da indústria, do setor de serviços e do setor de eletricidade e gás, Brasil (2000-2011)**

Atividades selecionadas		Ano da pesquisa <sup>2</sup>									
		2000		2003		2005		2008		2011	
		QD	(%)	QD	(%)	QD	(%)	QD	(%)	QD	(%)
TOTAL	Total de Empresas	...	...	...	...	95.301	100,0	106.862	100,0	128.699	100,0
	Empresas Inovadoras	...	...	...	...	32.796	34,4	41.262	38,6	45.950	35,7
	Inovação de Produto	...	...	...	...	19.670	20,6	25.365	23,7	23.282	18,1
	Inovação de Processo	...	...	...	...	26.277	27,6	34.255	32,1	40.802	31,7
Indústria <sup>1</sup>	Total de Empresas	72.005	100,0	84.262	100,0	91.054	100,0	100.496	100,0	116.633	100,0
	Empresas Inovadoras	22.698	31,5	28.036	33,3	30.378	33,4	38.299	38,1	41.470	35,6
	Inovação de Produto	12.658	17,6	17.146	20,3	17.784	19,5	22.963	22,8	20.135	17,3
	Inovação de Processo	18.160	25,2	22.658	26,9	24.504	26,9	32.264	32,1	36.943	31,7
	P&D contínuo	3.178	4,4	2.432	2,9	2.770	3,0	3.019	3,0	4.291	3,7
Serviços	Total de Empresas	...	...	...	...	4.246	100,0	6.366	100,0	11.564	100,0
	Empresas Inovadoras	...	...	...	...	2.418	56,9	2.963	46,5	4.258	36,8
	Inovação de Produto	...	...	...	...	1.886	44,4	2.402	37,7	3.136	27,1
	Inovação de Processo	...	...	...	...	1.773	41,8	1.991	31,3	3.640	31,5
Eletricidade e Gás	Total de Empresas	...	...	...	...	...	...	...	...	503	100,0
	Empresas Inovadoras	...	...	...	...	...	...	...	...	222	44,1
	Inovação de Produto	...	...	...	...	...	...	...	...	11	2,2
	Inovação de Processo	...	...	...	...	...	...	...	...	220	43,7

**Fontes:** Pesquisa de Inovação (Pintec), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Tabelas 1.1.2 (2003, 2005, 2008, 2011) e Tabela 1 (2000). Elaboração do autor com dados publicados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/ MCTI), Tabelas 7.1 e 7.2, disponíveis em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/5282.html> e <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/345337.html>. Notas: (1) Os agregados "Indústrias Extrativas" e "Indústrias de Transformação" das respectivas pesquisas são apresentados conjuntamente sob o título de "Indústria"; e (2) os períodos de referência são, respectivamente: 2000: 1998 a 2000; 2003: 2001 a 2003; 2005: 2003 a 2005; 2008: 2006 a 2008; 2011: 2009 a 2011.

Do total de empresas investigadas na Pintec 2011, 23,3 mil (18,1%) implementaram inovações de produto. Geralmente, essa modalidade exige maiores esforços inovativos por parte das empresas e implica atualizações ou mudanças em seus processos de produção. A pesquisa revelou que houve maior incidência de inovação de produto nos segmentos de pesquisa e desenvolvimento (81,0%), fabricação de aparelhos eletromédicos e eletroterapêuticos e equipamentos de irradiação (78,5%) e no segmento automobilístico (75,0%). A própria empresa foi a principal responsável pelo desenvolvimento das inovações

de produto na grande maioria dos casos da indústria (83,5%) e dos serviços (77,1%). Em contraposição, apenas 8,9% das empresas de eletricidade e gás foram as principais responsáveis por este tipo de inovação. Nesse setor, diversamente dos demais, o desenvolvimento de novos produtos em cooperação com outras empresas e institutos foi muito relevante (65,4%) (IBGE, 2013).

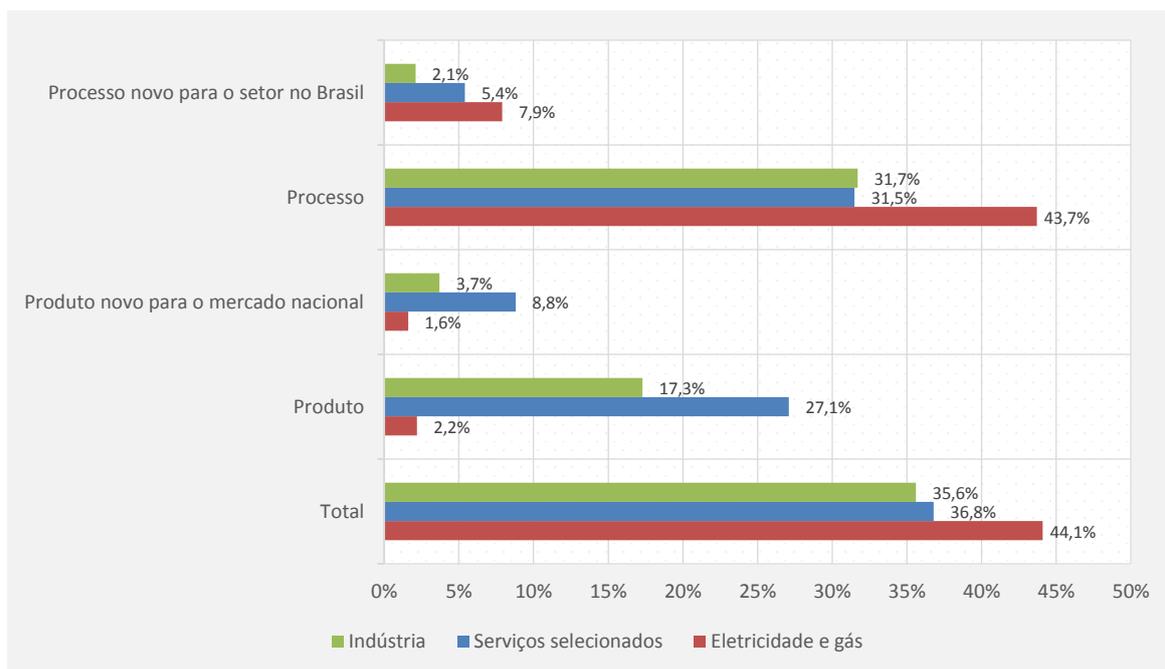
As empresas apresentam comportamento distinto nas inovações de processo. Ao todo, 40,8 mil empresas (31,7%) implementaram esse tipo de inovação no triênio 2009-2011. Porém, as próprias empresas foram as principais responsáveis pelas inovações de processo em apenas 16,7% das firmas industriais e 33,3% das empresas de serviços. Na maior parte dos casos, tanto na indústria como nos serviços, outras empresas e institutos foram os principais desenvolvedores. Essa característica revela o padrão dominante de inovação presente no setor produtivo nacional, assentado fortemente na incorporação de tecnologia por meio da aquisição de máquinas, equipamentos e softwares produzidos por terceiros. Por outro lado, com trajetória tecnológica diferenciada, 65,4% das empresas de eletricidade e gás foram as principais responsáveis pelas inovações de processo no setor (IBGE, 2013).

Deve-se analisar com cautela os dados relativos às taxas de inovação das empresas brasileiras, pois o fato de muitas delas inovarem não significa que sejam genuinamente inovadoras. Como ressaltado anteriormente, a empresa pode implementar inovações de produto ou processo sem que isso resulte em inovação para o mercado nacional ou para seu setor de atuação. No contexto atual, a concorrência externa e a introdução de inovações por competidores no país praticamente obrigam as empresas a se modernizarem continuamente. As pesquisas demonstram que as taxas de inovação das empresas dos diversos setores reduzem consideravelmente quando o referencial é o mercado nacional.

Como se observa no Gráfico 39, enquanto 17,3% das empresas industriais implementaram produtos novos ou substancialmente aprimorados no período 2009-2011, apenas 3,7% lançaram produtos novos para o mercado nacional. Esse fenômeno se verifica com maior intensidade nas inovações de processo, uma vez que 31,7% das firmas industriais inovaram nesta modalidade e somente 2,1% implementaram processos novos para o setor no Brasil. O mesmo padrão se repete nos demais setores cobertos pela pesquisa. Entre as empresas de serviços selecionados, embora 31,5% tenham inovado em processo, apenas 5,4% adotaram processos novos em seu setor de atuação. Vale destacar que 8,8% das empresas de serviços lançaram produtos novos para o mercado brasileiro, percentual bem

mais elevado do que o observado nos demais setores. Mesmo assim, elas representavam menos de um terço das empresas de serviços que implementaram inovações de produto. Finalmente, as empresas de eletricidade e gás se destacam por inovarem fortemente em processo (43,7%) e pouco em produto (2,2%). Porém, o percentual de empresas que implementaram processos novos para o setor (7,9%) também foi muito inferior ao das que inovaram nesta modalidade.

**Gráfico 39 - Taxa de inovação de produto e processo por setores de atividades, segundo referencial da inovação, Brasil (2009-2011)**



Fonte: IBGE, Pesquisa de Inovação - Pintec 2011 (IBGE, 2012, p. 38).

O setor industrial é responsável pela grande maioria das empresas investigadas pela Pintec. Ao longo dos anos, o total de firmas industriais cobertas pelo levantamento cresceu continuamente, passando de 72 mil, na Pintec 2000, para cerca de 116,6 mil, na Pintec 2011. Entre as edições de 2000 e 2008, a taxa geral de inovação na indústria aumentou 6,6 p.p.e saiu de 31,5% para 38,1%. Na Pintec 2011, porém, mesmo com maior número de empresas inovadoras, a taxa de inovação no setor caiu para 35,6%. Essa queda resultou, em parte, da expansão do universo de empresas investigadas combinada com o menor crescimento do número de inovadoras. Em relação à edição anterior, houve ainda redução de 12,3% no total de empresas que implementaram inovações de produto (de 22.963 para 20.135 empresas). Essas informações indicam que o esforço de inovação da indústria pode ter sido impactado negativamente pela crise econômica do período pós-2008. Como se sabe, a inovação é um

investimento de risco e, como tal, é fortemente influenciada pelas expectativas dos agentes em relação ao cenário econômico nacional.

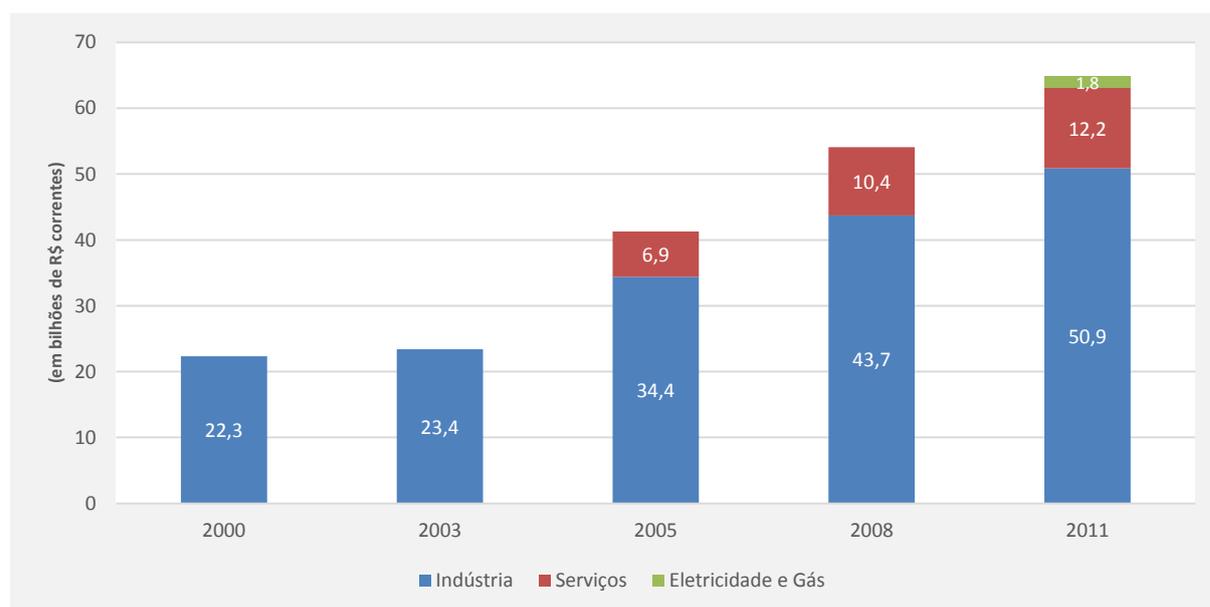
As pesquisas revelam uma correlação entre tamanho da empresa e inovação: geralmente, as taxas de inovação são mais elevadas nas empresas de maior porte. Diversos fatores explicam este fenômeno, incluindo a maior capacidade de mobilizar recursos financeiros e materiais, acessar redes institucionais de pesquisa e contratar mão-de-obra qualificada. De acordo com a Pintec 2011, as taxas de inovação na indústria cresceram continuamente de 33,8%, nas empresas de 10 a 49 pessoas ocupadas, para 55,9%, nas empresas com 500 ou mais ocupados. No setor de eletricidade e gás, para as mesmas faixas de pessoal ocupado, a variação foi ainda maior, aumentando de 38,1% para 76,7%. É interessante notar que o setor de serviços apresenta uma peculiaridade, pois nele a taxa de inovação das empresas com 50 a 99 ocupados (47,8%) foi maior do que a observada entre empresas de porte mais elevado. De qualquer modo, em todos os setores, as grandes empresas apresentam maiores taxas de inovação tanto de produto como de processo. O comportamento das grandes empresas se destaca ainda mais quando o referencial da inovação é o mercado nacional ou o setor de atuação da empresa (IBGE, 2013, p. 40).

A Pintec investiga detalhadamente as atividades que as empresas realizam para inovar. As informações das cinco edições da pesquisa corroboram a hipótese de que, no caso brasileiro, predomina um padrão de inovação baseado na absorção de tecnologias externas. Verifica-se, por exemplo, que a maioria das empresas inovadoras atribui importância alta ou média para a aquisição de máquinas e equipamentos. No caso da indústria, 75,9% das empresas que inovaram no período 2009-2011 consideraram esta atividade relevante, indicando que a principal fonte de inovação do setor é a aquisição de tecnologia incorporada em bens de capital. Outras atividades valorizadas pelas firmas industriais inovadoras estão relacionadas, em muitos casos, à instalação e operação de meios de produção mais avançados, como treinamento da mão-de-obra, aquisição de *software*, projeto industrial e outras preparações técnicas. Por outro lado, a aquisição externa de P&D e de outros conhecimentos, assim como a realização de atividades internas de P&D, são menos valorizadas pelas empresas.

Foram encontradas algumas variações no grau de importância atribuído às diferentes formas de incorporação de tecnologia pelas empresas dos demais setores analisados pela Pintec. No âmbito dos serviços selecionados, as atividades consideradas mais importantes

pelas empresas inovadoras foram as de treinamento, aquisição de máquinas e equipamentos e de *software*. Vale notar que 36,1% das empresas que inovaram no setor atribuíram importância média ou alta para atividades internas de P&D, mais que o dobro do percentual observado na indústria. Por sua vez, mais de 65% das inovadoras de eletricidade e gás apontaram treinamento e aquisição de *software* como sendo relevantes. Além disso, as empresas do setor se diferenciam das que inovaram nos outros segmentos por atribuírem maior valor para a aquisição externa de P&D (IBGE, 2013).

**Gráfico 40 - Dispêndios em atividades inovativas das empresas que implementaram inovações por atividades selecionadas da indústria, dos serviços e do setor de eletricidade e gás, Brasil (2000-2011)**



**Fonte:** Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, Tabela 1.1.6 (2011), Tabelas 1.1.8 (2003, 2005, 2008) e Tabela 8 (2000). Elaboração do autor com dados publicados pela Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/ MCTI), Tabela 7.4, disponibilizada em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/345357.html>. Atualizada em: 10/02/2014.

O Gráfico 40 apresenta os dispêndios anuais realizados em atividades inovativas pelas empresas cobertas pelas diversas edições da Pintec. Entre 2000 e 2011, os gastos das empresas industriais com essas atividades passaram de R\$ 22,3 bilhões para R\$ 50,9 bilhões. Apesar do elevado crescimento nominal, as pesquisas mostram que o percentual da receita líquida de vendas gasto em atividades inovativas pelas empresas do setor caiu de 3,84% para 2,37%. Os dispêndios da indústria concentram-se em aquisição de máquinas e equipamentos, atividades internas de P&D e, em menor grau, projeto industrial e introdução de inovações no mercado. Por outro lado, as empresas inovadoras de serviços investiram cerca de 5,0% de seu faturamento em atividades inovativas no ano de 2011, principalmente em atividades internas de P&D (1,82%), aquisição de máquinas e equipamentos e de softwares. Vale

destacar que, em todos os setores investigados, embora as empresas tenham atribuído grande importância às atividades de treinamento, os percentuais da receita líquida de vendas aplicados nessas atividades foram muito reduzidos.

De acordo com a última Pintec, as empresas inovadoras aplicaram um total de R\$ 64,9 bilhões em atividades inovativas em 2011, o que representou um investimento de 2,56% de sua receita líquida de vendas. Desse montante, R\$ 19,9 bilhões (30,8%) foram gastos em atividades internas de P&D, correspondendo a 0,79% da receita obtida pelas empresas. Naquele ano, cerca de 7,5 mil empresas investiram em P&D interno, sendo 5,9 mil da indústria (78,9%), 1,5 mil dos serviços selecionados (20,2%) e 65 de eletricidade e gás (0,9%). Do total de empresas que realizaram esse tipo de investimento, aproximadamente 5,6 mil fizeram P&D de forma contínua (75,6%) e, em conjunto, estas empresas foram responsáveis por 97,8% dos gastos.

Gráfico 41 - Número e percentual de empresas industriais que fazem P&D contínuo, Brasil (2000-2011)



Fonte(s): Pesquisa de Inovação (Pintec) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Atualizada em: 04/08/2015

O Gráfico 41 mostra o número e o percentual de empresas industriais mapeadas pela Pintec que realizavam atividades de P&D de forma contínua no Brasil. Observa-se que, entre as pesquisas de 2000 e 2011, o número de empresas identificadas nessa categoria aumentou de 3,2 mil para 4,3 mil. Porém, em termos relativos, houve redução de 0,7 p.p. na proporção de empresas que realizam P&D contínuos, passando de 4,4% para 3,7%. Os dados indicam que as variações no total e no percentual de empresas inovadoras foram influenciadas, em

grande parte, pelas alterações no escopo do levantamento. De modo geral, verifica-se que a quantidade de firmas industriais que fazem P&D contínuos no Brasil é muito baixa e que, a despeito das políticas de incentivo à criação e consolidação de empresas inovadoras, a ampliação desse universo tem sido relativamente lenta.

As empresas dificilmente reúnem isoladamente todas as competências necessárias para implementar novos produtos, processos ou serviços. Por isso, a realização de atividades de cooperação é de fundamental importância para a ampliação de sua capacidade de inovação. A Pintec possui um conjunto de questões que buscam identificar a participação ativa das empresas em projetos conjuntos de P&D e projetos de inovação com outras organizações. As pesquisas mostram que a cooperação manifesta-se principalmente em segmentos de maior conteúdo tecnológico e, também, que as firmas de maior porte geralmente possuem patamares mais elevados de cooperação.

Entre 2008 e 2011, o percentual de empresas industriais inovadoras que realizaram atividades de cooperação no período de referência da Pintec aumentou de 10,1% para 15,9%. De acordo com a última pesquisa, a taxa de cooperação na indústria crescia para 48,6% entre as empresas de grande porte. Na percepção dos empresários, os principais parceiros das relações de cooperação estabelecidas eram os fornecedores, seguidos por clientes ou consumidores. A Pintec também revelou que os níveis de cooperação eram substancialmente mais elevados no setor de eletricidade e gás, no qual 36,8% das empresas inovadoras cooperaram, sendo que 94,7% das grandes empresas que inovaram no setor participaram de arranjos cooperativos. Vale destacar que os principais parceiros das empresas de eletricidade e gás foram as universidades ou institutos de pesquisa. Finalmente, a cooperação no âmbito dos serviços selecionados também era maior do que na indústria, atingindo, em média, 23,8% das firmas inovadoras (IBGE, 2013).

### **3.4.2 Impactos da inovação na indústria brasileira**

A inovação tecnológica tem sido um componente fundamental para manutenção ou elevação da competitividade dos países desenvolvidos no mercado mundial de produtos industrializados. Diante desse cenário, cabe perguntar: o fenômeno da inovação vem produzindo impactos positivos no sistema produtivo brasileiro? Um amplo estudo desenvolvido pelo Ipea demonstra que sim, que a inovação e a diferenciação de produto

geram efeitos benéficos sobre o crescimento, os salários, as exportações e a internacionalização de empresas de capital brasileiro ou localizadas no País.

A pesquisa *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras* (2005) foi realizada com base nos microdados da Pintec, de forma articulada com diversas outras bases de dados<sup>37</sup>. A pesquisa adotou uma classificação diferente daquelas tradicionalmente empregadas em estudos sobre a indústria, que focam a análise em setores ou segmentos econômicos específicos. A classificação utilizada estratificou a indústria brasileira com base na estratégia competitiva praticada pelas firmas, dividindo-as em três grupos: a) *Firmas que inovam e diferenciam produtos* - adotam estratégia competitiva baseada no lançamento de novos produtos no mercado e na obtenção de preços-prêmio pela diferenciação desses produtos; b) *Firmas especializadas em produtos padronizados* - focam sua estratégia competitiva na redução de custos resultante, em parte, de ganhos de eficiência e produtividade; c) *Firmas que não diferenciam produto e têm produtividade menor* comparativamente as demais (DE NEGRI, J; SALERNO, 2005).

O foco das investigações foi direcionado aos resultados da inovação e da diferenciação de produto para as empresas, os trabalhadores e a economia como um todo. Os resultados alcançados foram surpreendentes. Do total de 72 mil firmas industriais participantes da Pintec 2000, foram identificadas 1.199 firmas que inovam e diferenciam produto (1,7%), 15.311 especializadas em produtos padronizados (21,3%) e 55.495 que não inovam e possuem produtividade menor (77,1%). Apesar de constituírem apenas 1,7% do universo investigado, as empresas inovadoras foram responsáveis por 25,9% do faturamento e por 13,3% do emprego na indústria. Além disso, os estudos mostram que as empresas que inovam e diferenciam produto são maiores em termos de faturamento e pessoal empregado, têm maior produtividade e maior eficiência de escala, pagam salários superiores, empregam trabalhadores com nível de escolaridade mais elevado e que apresentam maior estabilidade no emprego (DE NEGRI, J.; SALERNO, 2005).

Constatou-se que, em média, os trabalhadores empregados nas empresas que inovam e diferenciam produtos recebiam remuneração quase três vezes superior à dos empregados

---

<sup>37</sup> Incluindo bases de dados e informações das seguintes instituições: Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE; Relações Anuais de Informações Sociais (Rais) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE); Secretária do Comércio Exterior (Secex) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); Censo do Capital Estrangeiro e Registro de Capitais Brasileiros no Exterior do Banco Central do Brasil (Bacen); informações de Compras Governamentais (ComprasNet) do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG).

nas firmas não inovadoras e 67,5% maior que salário pago aos trabalhadores das especializadas em produtos padronizados. Contudo, deve-se tomar alguns cuidados ao se comparar empresas com características muito distintas, pois diversos fatores podem influenciar a remuneração dos trabalhadores. Para contornar esse problema, e proporcionar uma comparação mais realista de empresas parecidas que adotam diferentes estratégias competitivas, Luis Dias Bahia e Jorge Saba Arbache fizeram um estudo econométrico controlando a remuneração dos trabalhadores com diversas variáveis, incluindo porte da empresa, setor de atuação, inserção no comércio internacional etc. Utilizando essa metodologia, os autores tentaram isolar o efeito líquido da inovação e concluíram que, para empresas relativamente semelhantes, aquelas que inovam e diferenciam produtos pagavam salários 23% maiores que os das que não inovam e têm produtividade menor e 11% superiores à remuneração oferecida pelas empresas especializadas em produtos padronizados (BAHIA; ARBACHE, 2005).

A pesquisa do Ipea também comparou a estrutura das exportações do Brasil e do Mundo por tipos de produtos, classificados em cinco categorias de intensidade tecnológica: *commodities* primárias; manufaturados intensivos em trabalho e recursos naturais; manufaturados de baixa tecnologia; manufaturados de média tecnologia; e manufaturados de alta tecnologia. Constatou-se que, em 2003, 61% da pauta de exportações brasileiras era composta por *commodities*, produtos intensivos em trabalho/recursos naturais e produtos de baixa tecnologia e, por outro lado, apenas 31% dos produtos exportados pelo País eram de média e alta tecnologia. Em contraposição, a pauta de exportações mundiais era dominada principalmente por produtos de média e alta intensidade tecnológica, com participação relativamente reduzida de *commodities* primárias (DE NEGRI, J.; SALERNO, 2005, p. 18).

Os dados revelam claramente o problema do baixo conteúdo tecnológico das exportações brasileiras. O comércio exterior do País é caracterizado pela forte assimetria entre a pauta de exportações, concentrada principalmente em *commodities* e produtos intensivos em trabalho ou recursos naturais, e a de importações, intensiva em produtos de maior conteúdo tecnológico. A mudança desse padrão em direção a um modelo mais dinâmico de inserção internacional depende, fundamentalmente, da capacitação tecnológica e competitiva das empresas locais. Por isso, é importante investigar qual é o impacto da inovação sobre o volume e a intensidade tecnológica das exportações das firmas industriais brasileiras.

Os estudos realizados mostram que, em geral, a inovação é positivamente correlacionada com as exportações. Fernanda De Negri analisou o padrão de especialização do Brasil no comércio exterior e concluiu que a inovação tecnológica tem sido um fator relevante para a competitividade internacional de firmas brasileiras. As evidências encontradas indicam que a inovação tecnológica, sobretudo para o mercado nacional, aumenta substancialmente a probabilidade de as empresas exportarem, especialmente no segmento de produtos de média intensidade tecnológica. Segundo a autora, “... *embora o Brasil seja um país historicamente competitivo e com sua pauta de exportações com elevada participação de commodities primárias e produtos intensivos em mão-de-obra e recursos naturais, a inovação tecnológica, ainda assim, desempenha um papel importante na inserção externa das firmas brasileiras*” (DE NEGRI, F., 2005, p. 95).

O estudo controlou uma série de variáveis das firmas que inovam e diferenciam produto e daquelas especializadas em produtos padronizados e constatou que as do primeiro grupo possuíam melhores indicadores de eficiência, estavam mais inseridas no comércio internacional e eram mais competitivas em produtos de média e alta intensidade tecnológica. As empresas do segundo grupo, embora fossem as principais responsáveis pelos superávits da balança comercial brasileira, eram menos inovadoras, apresentavam níveis mais reduzidos de eficiência técnica e de escala e possuíam menor inserção no comércio mundial. Fernanda De Negri defende a hipótese de que a diferença no desempenho e no perfil do comércio exterior dos dois grupos resulta, em grande parte, de seus diferentes padrões de inovação tecnológica.

Os resultados encontrados corroboram o diagnóstico de que a inovação tecnológica é um fator relevante para as exportações brasileiras. Constatou-se que o impacto da inovação não se restringe aos produtos de maior conteúdo tecnológico e que mesmo empresas que atuam em segmentos de baixa tecnologia são beneficiadas pelos processos de inovação. Com exceção do segmento das *commodities*, cuja competitividade se assenta fortemente em fatores como mão-de-obra e recursos naturais, as firmas inovadoras exportam mais do que suas congêneres não inovadoras em quase todas as faixas de produtos.

Verificou-se também que as inovações de produto e processo têm impactos diferentes sobre os diversos segmentos de produtos exportados pelo Brasil. As inovações de processo são mais relevantes para a inserção externa das firmas que atuam com produtos de baixa tecnologia e produtos intensivos em trabalho ou recursos naturais. Por outro lado, existe um

grupo de firmas brasileiras que vendem produtos de média intensidade tecnológica para outros países que foram capazes de melhorar seu desempenho externo com a adoção de inovações de processo e também de produto, se aproximando do padrão internacional. Nesse segmento, a qualidade e o desempenho do produto são tão relevantes para competitividade quanto a adoção de processos produtivos mais eficientes. Finalmente, no caso dos produtos intensivos em tecnologia, a pesquisa identificou forte dependência tecnológica e baixo valor agregado pelas firmas exportadoras, revelando grande disparidade entre a estratégia competitiva das empresas brasileiras e o padrão predominante no comércio internacional desses produtos.

Em outro estudo realizado no âmbito da pesquisa, Glauco Arbix, Mario Sérgio Salerno e João De Negri encontraram evidências de que a inovação tecnológica está relacionada à internacionalização das firmas brasileiras e que, em geral, este fenômeno é positivo para o crescimento das firmas, as exportações, os salários e as condições de trabalho. Os autores identificaram um mecanismo virtuoso de retroalimentação entre internacionalização e ampliação das competências tecnológicas das empresas. Verificou-se que a inovação de produto novo para o mercado nacional apresenta correlação positiva com a internacionalização da produção. A internacionalização, por sua vez, tende a favorecer a inovação e esta contribui para a obtenção de preços-prêmios dos produtos exportados pela empresa. Os autores também constataram que as firmas brasileiras com investimento direto no exterior que inovam e diferenciam produto exportam mais e empregam trabalhadores com melhor qualificação e remuneração. Além disso, a exposição das empresas a mercados mais exigentes as estimula a diferenciarem e melhorarem os produtos exportados. Os autores concluem que a internacionalização seria, portanto, um dos caminhos para o fortalecimento, o crescimento, a inovação e a diferenciação de produto das firmas industriais brasileiras (ARBIX; SALERNO; DE NEGRI, J., 2005).

As pesquisas também mostram que inovar e diferenciar produtos é um fenômeno horizontal presente em todos os setores da indústria brasileira. Como se sabe, o comportamento tecnológico das empresas é influenciado pelas características do sistema produtivo predominante em seu setor de atuação. As empresas industriais brasileiras estão concentradas em setores tradicionais como alimentação, bebidas e fumo, madeira e móveis, têxtil e confecções, couro e calçados. De modo geral, a distribuição das firmas que não inovam e têm produtividade menor e das especializadas em produtos padronizados segue o

mesmo padrão de distribuição setorial da indústria brasileira. Por outro lado, as firmas que inovam e diferenciam produtos estão mais presentes nos setores mecânico, químico e eletrônico. Apesar de estarem concentradas em setores com sistemas produtivos de maior conteúdo tecnológico, a pesquisa identificou empresas que diferenciam produto em praticamente todos os setores investigados, indicando que esta estratégia competitiva pode e deve ser adotada em toda indústria nacional, inclusive nos setores mais tradicionais.

A importância da disseminação de estratégias competitivas voltadas à inovação e diferenciação de produto na economia brasileira também encontra fundamento empírico nos resultados efetivos da inovação para as empresas. Os estudos comprovam que a inovação tende a gerar melhorias na qualidade dos produtos, ampliação ou manutenção da participação das empresas no mercado interno e externo, melhorias nos processos produtivos, redução de custos e de impactos ambientais, adequação da produção a normas que constituem barreiras técnicas ao comércio etc.

O conjunto de estudos realizados no âmbito da pesquisa coordenada pelo Ipea mostrou claramente que inovar e diferenciar produtos faz muito bem para as empresas, as exportações, os salários e as condições de trabalho. Mostrou também que as empresas estrangeiras realizam relativamente pouco esforço de inovação no Brasil e que sua atuação está mais voltada à adaptação de inovações desenvolvidas externamente. Por outro lado, foram identificadas empresas brasileiras muito dinâmicas, que estão aproveitando oportunidades e nichos do mercado nacional e internacional, inovando e internacionalizando suas atividades. Essas constatações corroboram o diagnóstico de que a política industrial e tecnológica do país deve focar, essencialmente, no incentivo aos processos de inovação tecnológica nas empresas nacionais.

### **3.4.3 Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**

O Brasil possui o grande desafio de aumentar substancialmente as atividades de P&D nas empresas e de promover uma maior interação destas com outros atores do SNCTI. Para ampliar sua competitividade, as empresas brasileiras precisam inovar e o Estado deve incentivá-las. A Pintec mostra que, na visão dos empresários, os principais problemas e obstáculos à inovação são de natureza econômica, incluindo riscos econômicos excessivos, custos elevados e escassez de fontes de financiamento. A pesquisa também aponta a falta de pessoal qualificado como um sério gargalo ao desenvolvimento de inovações nas empresas.

Em todos esses aspectos, o Estado pode contribuir para a criação de um ambiente mais favorável à inovação. Geralmente, ele desempenha um papel importante na manutenção de um ambiente macroeconômico estável, que é uma condição necessária para o investimento em P&D. Por outro lado, existem diversos instrumentos de política de CTI que podem auxiliar na redução dos custos e riscos associados ao processo de inovação.

No início da década de 2000, desenvolveu-se uma pesquisa sobre as políticas de incentivo à inovação tecnológica adotadas até então no Brasil. No estudo realizado, foi possível analisar a eficácia e as limitações de alguns instrumentos de apoio à inovação disponibilizados por instituições do SNCTI<sup>38</sup>, entre os quais: formação e qualificação de recursos humanos; programas de fixação e treinamento de pesquisadores nas empresas; incentivos fiscais; programas mobilizadores, pesquisa sob encomenda e uso do poder de compra do Estado; estudos de viabilidade técnica e econômica e planos de negócios; projetos e centros de pesquisa cooperativa; capital de risco; financiamentos reembolsáveis e não reembolsáveis; incubadoras de empresas e parques tecnológicos (RIBEIRO, 2003).

O diagnóstico elaborado na época indicava que o governo federal e outras instituições do SNCTI estavam se esforçando para aperfeiçoar as políticas de apoio à inovação e incentivando maior participação do setor empresarial, das ICTs e de entidades ligadas à sociedade civil na elaboração e implementação dessas políticas. Esse esforço podia ser percebido nas mudanças efetuadas no modelo de gestão das políticas de CTI, na diversificação das fontes de recursos para o setor, na criação de novos instrumentos de apoio à inovação etc. Contudo, alertava-se que o impacto das políticas era limitado por uma série de fatores, incluindo: descontinuidade no financiamento; constante extinção e criação de ações e programas; pouca flexibilidade nas formas de apoio; dificuldade de induzir demanda qualificada por projetos nas regiões menos desenvolvidas do País; e ausência de mecanismos eficazes de avaliação das ações e programas implementados. Esses problemas geravam grande frustração e desconfiança entre os parceiros e clientes dos programas e acabavam afetando a credibilidade do governo e das instituições de fomento (RIBEIRO, 2003).

---

<sup>38</sup> O termo “instrumentos de apoio” era entendido em sentido amplo, englobando os “meios disponíveis” no País para incentivar o processo de inovação, incluindo recursos financeiros, instituições de apoio, recursos humanos, legislação, instrumentos de política científica e tecnológica etc. Os resultados da pesquisa foram publicados na dissertação de mestrado em sociologia do autor, defendida na Universidade de Brasília em 2003, intitulada “*Políticas e instrumentos de apoio à inovação tecnológica no Brasil: o desafio da competitividade na Sociedade do Conhecimento*” (RIBEIRO, 2003).

Na esteira do debate estimulado pelas Conferências Nacionais de Ciência, Tecnologia e Inovação (CNCTI) e pela criação dos fundos setoriais de CTI, as políticas de incentivo à inovação alcançaram, pelo menos no plano discursivo, um novo *status* na agenda governamental. No final de 2003, o governo federal lançou a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), envolvendo vários ministérios, agências e órgãos governamentais. A PITCE tinha como diretriz central a promoção da inovação tecnológica na indústria nacional, visando alterar seu padrão de competitividade e melhorar a inserção do País no comércio internacional. A política contemplava uma miríade de ações envolvendo diversos incentivos à inovação tecnológica nas empresas; instrumentos adequados para empresas de diferentes portes; fortalecimento dos sistemas de propriedade intelectual e de metrologia, normalização e avaliação da conformidade; apoio a instituições científicas e tecnológicas e promoção de sua maior interação com o setor produtivo; incentivo à formação de recursos humanos em áreas tecnológicas; e desenvolvimento de programas estratégicos.

Um avanço importante para o País ocorreu com a promulgação da chamada Lei de Inovação (Lei nº 10.973/04), que regulamentou uma série de incentivos e instrumentos com o objetivo de constituir ambientes favoráveis à inovação, de ampliar a cooperação entre empresas e Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) e estimular a inovação tecnológica nas empresas. Entre os incentivos e benefícios previstos na Lei estavam: estímulos à realização de projetos cooperativos de P&D envolvendo empresas, ICTs e entidades privadas sem fins lucrativos; mecanismos de apoio às incubadoras de empresas, polos e parques tecnológicos; incentivos ao compartilhamento de laboratórios, equipamentos e recursos de ICTs com outras instituições e empresas para a realização de atividades de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I); regulamentação de contratos e acordos de transferência de tecnologia e de prestação de serviços tecnológicos entre ICTs e empresas; estímulos para a participação de pesquisadores e servidores das ICTs em projetos de P&D desenvolvidos por outras instituições e empresas; determinação de estabelecimento de políticas de inovação pelas ICTs e de criação de Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) próprios ou em conjunto com outras instituições; instrumentos de apoio governamental direto a empresas para realização de atividades de PDI.

No início de 2008, o Governo Federal lançou a nova Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), com objetivo de incentivar o ciclo de expansão vivido pela economia brasileira e ampliar sua competitividade no contexto da crise internacional. A política

proposta possuía quatro grandes metas para o País: aumento da taxa de investimento; ampliação da participação das exportações brasileiras no comércio mundial; elevação dos dispêndios privados em P&D; e ampliação do número de micro e pequenas empresas exportadoras. Essas metas deveriam ser alcançadas por meio da articulação de diversas iniciativas, instrumentos e programas de diferentes órgãos e agências governamentais, incluindo: incentivos fiscais, crédito, capital de risco e subvenção econômica; utilização do poder de compra do Estado; regulação técnica, econômica e concorrencial; apoio à tecnologia industrial básica, propriedade intelectual, formação e qualificação de recursos humanos. Assim como na PITCE, um dos pilares fundamentais da nova política de desenvolvimento produtivo era a promoção da inovação em diversos setores da economia brasileira.

No mesmo ano, o Ipea publicou livro com análises sobre as instituições, programas e políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil. Os estudos avaliaram diversas políticas de apoio ao desenvolvimento tecnológico como incentivos fiscais, financiamentos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), programas financiados com recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), entre outros. Os organizadores da publicação, Mario Sérgio Salerno e Luis Cláudio Kubota, reconheciam que o Brasil estava implementando políticas mais sistemáticas de apoio à inovação direcionadas ao engajamento das empresas *“em estratégias de inovação de produtos, de processos, de formas de uso, de distribuição, de comercialização, etc., visando atingir, dessa forma, um patamar superior de desenvolvimento e de geração de renda”* (SALERNO; KUBOTA, 2008, p.13).

Apesar dos avanços encontrados, o diagnóstico apontava para a existência de uma “inadequação institucional” no sistema nacional de inovação. De acordo com Salerno e Kubota, muitas instituições que compõem esse sistema foram moldadas para o industrialismo dos anos 1950-1970 e estão pouco preparadas para impulsionar o modo de desenvolvimento do Século XXI. No contexto atual, as políticas e instituições devem estar voltadas especialmente para a transformação da base produtiva por meio da inovação e diferenciação de produto, visando à incorporação de maior valor agregado, geração de renda e participação no comércio internacional. Porém, de forma geral, as instituições brasileiras são muito rígidas, possuem pouca autonomia e têm dificuldade para lidar com aspectos mais imateriais ligados ao desenvolvimento produtivo como, por exemplo, *software*, marcas,

internacionalização de ativos e influência das firmas estrangeiras na divisão internacional do trabalho. Os autores também defendem que o Brasil precisa avançar significativamente na coordenação institucional e governança das políticas de inovação (SALERNO; KUBOTA, 2008).

A Pintec trouxe importantes informações sobre o apoio governamental concedido para empresas que realizam atividades inovativas no Brasil englobando, entre outras modalidades, financiamentos, incentivos fiscais, subvenções e participação em programas de desenvolvimento científico e tecnológico. A pesquisa revelou que, no período 2009-2011, os principais instrumentos utilizados pelas empresas inovadoras foram: financiamento para compra de máquinas e equipamentos; bolsas concedidas por fundações estaduais de amparo à pesquisa e pelo Programa de Recursos Humanos para Áreas Estratégicas (RHAE-Inovação) do CNPq; programas de aporte de capital de risco do BNDES e da Finep; compras governamentais e incentivos fiscais concedidos pelos estados para P&D. Por outro lado, os menos utilizados foram os programas de subvenção econômica e de financiamento a projetos de PD&I em parceria com universidades ou institutos de pesquisa (IBGE, 2013).

A pesquisa identificou 14,3 mil empresas industriais inovadoras que utilizaram ao menos um instrumento de apoio governamental no período 2009-2011, quantidade 64,4% maior do que a observada no período 2006-2008. Assim como nas edições anteriores, verificou-se que a proporção de empresas atendidas por programas governamentais cresce com o tamanho da empresa. De modo geral, as grandes empresas são relativamente mais beneficiadas, especialmente nos casos de incentivos fiscais à P&D, projetos de inovação com ou sem parcerias com universidades e subvenção econômica. Em relação à pesquisa anterior, os incentivos fiscais previstos na Lei do Bem e o financiamento para a compra de máquinas e equipamentos se destacaram por apresentar elevado crescimento no número de empresas atendidas. Em contraposição, os incentivos previstos na Lei de Informática e o financiamento a projetos de PDI sem parcerias com ICTs foram relativamente menos utilizados (IBGE, 2013).

A concessão de incentivos fiscais tem sido um instrumento amplamente utilizado para estimular o gasto empresarial em PDI. Em diversos países desenvolvidos - como Estados Unidos, Canadá, Japão, Reino Unido e Austrália – os governos empregam uma gama variada de subvenções e incentivos tributários que reduzem substancialmente o custo real dos investimentos privados em P&D. A utilização deste tipo de instrumento é

particularmente relevante no Brasil, pois, como visto anteriormente, um dos grandes desafios do País é ampliar radicalmente o investimento das empresas em P&D.

**Tabela 10 - Valor da renúncia fiscal do governo federal pelas leis de incentivo à pesquisa, desenvolvimento e capacitação tecnológica, Brasil (2000-2012)**

(em R\$ milhões)

Anos	Leis						TOTAL
	Importação de equipamentos para pesquisa pelo CNPq (8.010/90)	Isenção ou redução de impostos de importação (8.032/90)	Lei de informática (8.248/91 e 10.176/01) <sup>(1)</sup>	Capacitação tecnológica da ind. e da agropecuária (8.661/93 e 9.532/97)	Lei de informática Zona Franca (8.387/91)	Lei do Bem (11.196/05)	
2000	60.323,3	10.521,6	1.203.659,6	22.288,7	13.374,1	-	<b>1.310.167,3</b>
2001	118.417,8	6.342,3	-	22.446,8	62.400,9	-	<b>209.607,8</b>
2002	111.861,6	6.516,7	732.900,0	15.220,5	77.630,9	-	<b>944.129,7</b>
2003	152.011,2	8.201,4	961.665,5	19.668,1	98.126,6	-	<b>1.239.672,8</b>
2004	155.944,3	11.427,7	934.631,6	37.120,4	89.494,3	-	<b>1.228.618,4</b>
2005	182.611,3	9.782,0	1.300.836,7	35.314,6	101.804,7	-	<b>1.630.349,3</b>
2006	183.435,4	3.801,7	2.038.482,3	102.834,2	106.542,8	227.859,4	<b>2.662.955,7</b>
2007	217.295,3	5.727,5	2.755.400,2	2.415,9	81.611,2	868.455,2	<b>3.930.905,3</b>
2008	385.516,0	5.077,0	3.261.370,7	1.312,8	128.521,3	1.582.712,9	<b>5.364.510,8</b>
2009	395.952,1	2.077,7	3.103.252,0	201,4	99.680,1	1.382.758,0	<b>4.983.921,2</b>
2010	390.286,5	1.174,4	3.570.760,0	-	120.654,0	1.727.138,8	<b>5.810.013,7</b>
2011	341.906,2	2.008,7	3.771.520,0	-	143.421,7	1.409.983,9	<b>5.668.840,3</b>
2012	284.810,4	2.252,9	4.482.200,0	-	176.942,7	1.476.804,1	<b>6.423.010,0</b>

**Fonte(s):** Receita Federal do Brasil (RFB). Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (CGIN/MCTI). Nota: 1) em 2001 a renúncia foi suspensa em virtude de decisão do Supremo Tribunal Federal. Disponibilizada em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/9252.html>. Consulta realizada em: 21/03/16.

Desde o início da década de 1990, o Brasil instituiu um conjunto de Leis que permitiram a concessão de incentivos e benefícios fiscais para: importação de equipamentos e materiais científicos (Lei nº 8.010/90 e Lei nº 8.032/90); empresas fabricantes de bens eletrônicos, de informática e de telecomunicações e aquelas instaladas na Zona Franca de Manaus (Lei nº 8.248/91, alterada pela Lei nº 10.176/01, e Lei nº 8.387/91); e capacitação tecnológica de empresas industriais e agropecuárias (Lei nº 8.661/93 e 9.532/97). Em 2005, os benefícios fiscais concedidos pela Lei nº 8.661/91 foram ampliados e aprimorados pela chamada Lei do Bem (Lei nº 11.196/05). A Tabela 10 apresenta a renúncia fiscal concedida pelo Governo Federal por meio das leis de incentivo à pesquisa, desenvolvimento e capacitação tecnológica no período de 2000 a 2012, em valores correntes. Observa-se que, a partir de 2005, o total da renúncia fiscal cresce continuamente até atingir R\$ 6,42 bilhões no final do período. Desse montante, quase 70% dos recursos foram concedidos a empresas beneficiadas pela Lei de Informática.

O elevado volume de renúncia fiscal do Governo Federal, compatível com os dispêndios anuais em C&T do MCTI, aponta para a necessidade de avaliação dos resultados e impactos desses incentivos. Na literatura econômica, uma das questões essenciais para análise da eficácia desse tipo de instrumento é se efetivamente conseguem alavancar os dispêndios empresariais em P&D ou se, ao contrário, eles substituem os investimentos que seriam realizados com recursos próprios. Os estudos disponíveis revelam que, de modo geral, os incentivos fiscais induzem efetivamente os gastos das empresas em P&D. Porém, os diversos instrumentos existentes no Brasil apresentaram características distintas que precisam ser observadas nas avaliações sobre seus impactos (SALERNO; KUBOTA, 2008; PACHECO, 2011).

Os relatórios elaborados pelo MCT sobre os programas de desenvolvimento tecnológico industrial (PDTI) e agropecuário (PDTA), apoiados por meio da Lei nº 8.661/93, mostram que os incentivos concedidos beneficiaram sobretudo grandes empresas localizadas nas regiões Sudeste e Sul do País. Além da ampliação dos investimentos em P&D, os relatórios identificaram resultados efetivos que podem ser associados aos programas apoiados como: desenvolvimento de novos produtos e processos; redução de custos e ganhos de produtividade; melhorias na qualidade dos produtos; crescimento do faturamento das empresas; aumento das exportações; diminuição no índice de refugos e redução de impactos negativos sobre o meio ambiente. Parte dos investimentos realizados também patrocinaram a melhoria e ampliação da infraestrutura de P&D disponível nas empresas (RIBEIRO, 2003).

Ana Paula Avellar realizou estudo sobre os incentivos concedidos pela Lei nº 8.661/93 e constatou que houve certa resistência dos empresários em utilizar os benefícios tributários por causa da burocracia excessiva relacionada à submissão de projetos ao MCT. Entre 1996 e 2005, foram aprovados 196 Projetos de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI), envolvendo cerca de R\$ 5 bilhões, com incentivo médio de 5,75%. De acordo com autora, trata-se de um resultado muito modesto para um período tão longo. Verificou-se também que, embora houvesse uma avaliação *ex ante* pelo Ministério, não havia quase nenhum controle sobre a execução e os resultados dos projetos. Apesar dessas limitações, o estudo econométrico realizado pela autora indicou que os incentivos concedidos foram eficientes, pois teriam promovido uma elevação de 90% dos dispêndios em P&D das empresas beneficiadas (AVELLAR, 2008).

Em artigo publicado em 2011, Carlos Américo Pacheco traçou o perfil do financiamento do gasto privado em P&D no Brasil, focando especialmente no papel desempenhado por agências federais e bancos públicos. O autor demonstra que existe forte contribuição do autofinanciamento nos investimentos privados, especialmente em P&D. Por outro lado, observa-se que as instituições públicas também exercem relevante papel complementar no financiamento dessas atividades, embora o financiamento público se concentre em poucos setores e em empresas estatais. O autor sintetiza os problemas presentes no regime nacional de incentivos às atividades privadas de P&D da seguinte forma:

O regime fiscal favorecido da Lei do Bem por estar concentrado no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica e na Contribuição Social sobre o Lucro Líquido, circunscreve-se a um número limitado (mas importante) de empresas, que se inserem no regime tributário de lucro real; o número de empresas beneficiárias da Lei de Informática é também muito reduzido, o que se agrava pelo fato de haver uma forte concentração dos incentivos em muito poucas empresas; há recorrentes dificuldades com a implementação do programa de subvenção da Lei de Inovação, em função de cortes e flutuações na disponibilidade orçamentária do FNDCT, fato que reduz sua eficácia e o torna muito incerto, com chamadas esporádicas e calendários sujeitos a periódicas revisões; embora tenhamos incentivos diretos (subvenção) e indiretos (incentivos fiscais), comparativamente à experiência internacional, os incentivos concedidos pelo Brasil estão basicamente concentrados na Lei de Informática [...] A Lei de informática é um regime necessário em função da contingência de equilibrar os custos de produção do setor na Zona Franca de Manaus e no restante do país, permitindo que ambos possam crescer em condições isonômicas, mas está longe de ser, na sua essência, uma legislação apenas de incentivo às atividades de P&D (PACHECO, 2011, p. 268).

A peculiaridade do regime brasileiro torna difícil sua comparação com outros regimes nacionais de incentivo. Quando se considera o total da renúncia fiscal, incluindo os valores da Lei de Informática, conclui-se que os incentivos concedidos no País são relativamente elevados. De acordo com Pacheco, os principais incentivos à P&D empresarial no Brasil correspondiam a 0,15% do PIB em 2009, valor igual ou superior ao praticado em países como Japão e Reino Unido. O autor defende, no entanto, que a Lei de Informática não deve ser entendida como uma Lei de P&D, mas como uma norma que procura adaptar a situação produtiva brasileira à existência do regime tributário diferenciado da Zona Franca de Manaus. Seguindo esse raciocínio, e excluindo os valores da Lei de Informática da renúncia fiscal voltada para P&D, verifica-se que o total de incentivos do governo brasileiro representa apenas 0,06% do PIB, um terço do apoio concedido na França. O autor conclui que, apesar dos avanços observados nos últimos anos, o regime de incentivos diretos e indiretos vigente no Brasil parece ser ainda muito tímido frente à experiência internacional

e tem sido pouco eficaz em alterar o patamar de gasto empresarial em P&D (PACHECO, 2011).

Sérgio Kannebley Júnior e Geciane Silveira Porto examinaram a efetividade dos incentivos fiscais concedidos por meio da Lei de Informática e da Lei do Bem. Os autores empregaram métodos qualitativos, incluindo a análise de relatórios publicados pelo MCTI e de entrevistas com empresas beneficiárias e não beneficiárias dos incentivos, e quantitativos, utilizando a estimação de modelos econométricos com dados em painel. Os resultados alcançados mostram que a Lei de Informática não tem sido um instrumento efetivo para estimular as atividades de P&D nas empresas beneficiadas. De acordo com os autores:

A Lei de informática, fora de seu tempo, ainda busca assegurar privilégios aos produtores nacionais por meio da isenção do IPI em contrapartida ao comprometimento de recursos em P&D&I. Entretanto, sua característica anacrônica de combinação de incentivo fiscal com requerimentos de obrigatoriedade de conteúdo de nacionalização dos produtos, elementos de política regional e discricionariedade na aprovação de projetos a torna um instrumento sem resultados efetivos ao menos no que tange à adicionalidade de P&D&I nas empresas beneficiadas [...] A sua expressão de fracasso mais notória é a de que um instrumento que busca afetar a competitividade do produto não foi (sic) capaz de alterar ao longo de vinte anos a capacidade competitiva dos setores de Tecnologia da Informação e Comunicação no Brasil (KANNEBLEY; PORTO, 2012, p.48).

Por outro lado, os resultados obtidos pelos modelos econométricos mostram que a Lei do Bem apresentou resultados positivos, embora modestos, com impacto médio estimado entre 7% a 11% de incremento nos investimentos das empresas em atividades internas de P&D. Segundo os autores, os resultados também indicam que os incentivos foram mais efetivos em grandes empresas e nos setores de média-baixa e média-alta intensidade tecnológica. A avaliação qualitativa revelou que, na visão dos empresários, os incentivos concedidos têm papel relevante na continuidade dos investimentos, pois permitem o financiamento de projetos de maior risco tecnológico. Finalmente, as avaliações convergem ao constatar que empresas de menor porte que investem em tecnologia não podem utilizar o mecanismo, tendo em vista que os incentivos são restritos as empresas inseridas no regime tributário de lucro real (KANNEBLEY; PORTO, 2012).

Além das políticas analisadas anteriormente, o País dispõe atualmente de um conjunto amplo e diversificado de programas e instrumentos de apoio à inovação tecnológica voltados para empresas de diferentes portes e setores econômicos, destacando-se: programas de apoio à incubadoras, parques e polos tecnológicos; linhas de financiamento reembolsável e não reembolsável, da Finep e do BNDES; programas de apoio ao capital de risco;

programas de fixação de pesquisadores nas empresas; programas de apoio a projetos cooperativos de PDI; programas de apoio à elaboração de estudos de viabilidade técnica e econômica e de planos de negócios; programas mobilizadores em cadeias produtivas estratégicas; entre outros<sup>39</sup>.

A análise das políticas de apoio à inovação adotadas pelo Brasil nos últimos anos traz, necessariamente, a seguinte questão para o debate: por que, apesar dos avanços realizados na concepção dessas políticas, no sistema de financiamento, no marco regulatório e na criação de novos instrumentos de apoio à inovação, o País não conseguiu alavancar o investimento privado em P&D e ampliar sua capacidade de inovação?

Conforme abordado no marco teórico da tese, a resposta para essa questão passa pela compreensão de que a inovação é um fenômeno complexo e que as políticas públicas devem partir do reconhecimento dessa complexidade para alcançarem os objetivos propostos. Desse modo, entende-se que, apesar dos esforços governamentais observados na última década, os determinantes da capacidade de inovação das empresas brasileiras são mais amplos e envolvem outros gargalos importantes que não foram solucionados pelo País, incluindo: questões macroeconômicas, como elevadas taxas de juros, câmbio apreciado e regime tributário ineficiente; carências estruturais de infraestrutura e logística; enormes desigualdades sociais e educacionais, que limitam a capacidade de aprendizado dos indivíduos, empresas e organizações; desarticulação e baixo nível de interação entre os atores do sistema de inovação; descontinuidades no financiamento e na implementação das políticas e programas de apoio à inovação; entre outros fatores.

---

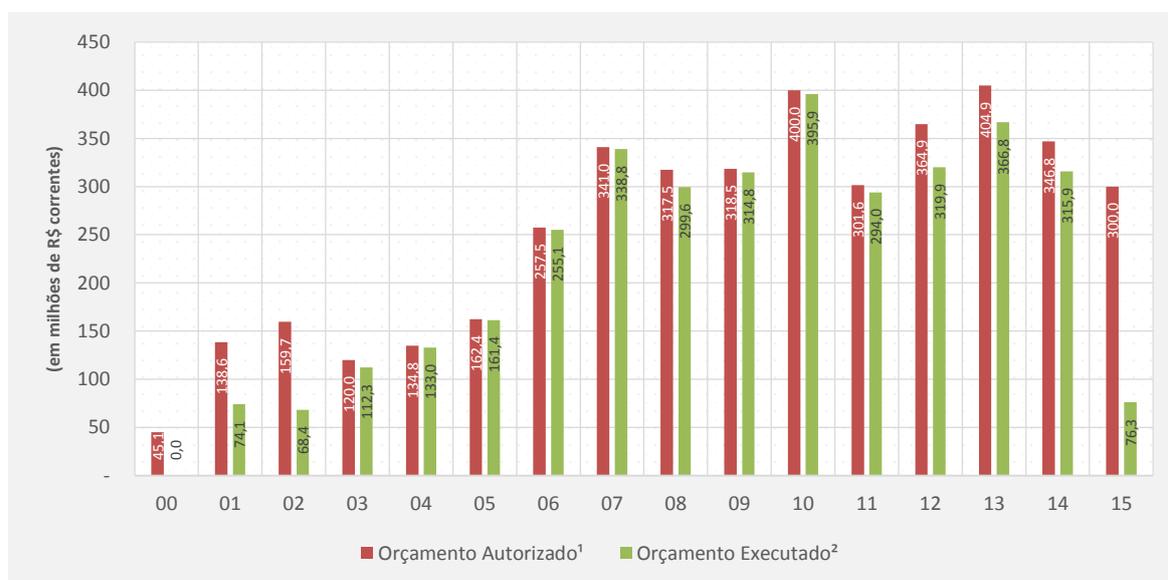
<sup>39</sup> Para uma análise da diversidade de políticas e programas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil, Cf. (DE NEGRI; KUBOTA, 2008; CGEE; ANPEI, 2009).

## **4 A infraestrutura científica e tecnológica das instituições de pesquisa do MCTI**

## 4.1 Contextualização

A realização da pesquisa científica e tecnológica de excelência depende da existência de uma infraestrutura de P&D moderna e atualizada que forneça aos pesquisadores os meios necessários para a realização de investigações de alto nível em seus respectivos campos de atuação. A infraestrutura de pesquisa (instalações físicas, laboratórios, equipamentos etc.) é fundamental não apenas para produção de conhecimento novo, mas também para a formação de recursos humanos e o desenvolvimento de inovações tecnológicas. Por isso, uma das prioridades da política de CTI adotada pelo governo brasileiro nos últimos anos foi a recuperação, consolidação e ampliação da infraestrutura de pesquisa do País. Essa prioridade encontra-se expressa no Livro Branco de Ciência, Tecnologia e Inovação (2001-2012), nos Planos Plurianuais do MCTI, no Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI 2007-2010) e, mais recentemente, na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI 2012-2015).

Gráfico 42 - Evolução orçamentaria do CT-Infra (2000-2015)



**Fonte:** Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi). Elaboração do autor com informações da Assessoria de Coordenação dos Fundos Setoriais (ASCOF/SEXEC/MCTI). Nota (s): 1) Exclui os valores alocados na Reserva de Contingência do FNDCT; 2) Considera como Despesa Executada apenas os Empenhos Liquidados.

Desde o início da década de 2000, com a criação dos fundos setoriais de C&T e a reestruturação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), o governo federal deu novo impulso aos investimentos em infraestrutura física e laboratorial e compra de equipamentos para universidades, institutos e centros públicos de pesquisa. Esses investimentos fomentaram tanto projetos individuais como projetos coletivos,

envolvendo redes de universidades, centros de pesquisa e empresas. Um dos principais instrumentos utilizados pelo MCTI para estimular esse tipo de investimento foi o Fundo de Infraestrutura (CT-Infra). Criado por meio da Lei nº 10.197/01, o CT-Infra foi instituído com o objetivo “*apoiar projetos e ações que visem a implantação e recuperação da infraestrutura de pesquisa nas instituições públicas de ensino superior e pesquisa*”. Conforme apresentado no Gráfico 42, entre 2000 a 2015, considerando apenas o orçamento executado, o CT-Infra investiu R\$ 3,5 bilhões em projetos e ações dessa natureza.

No final da década de 2000, o MCTI encomendou uma avaliação ao Ipea sobre os resultados dos projetos apoiados pelos fundos setoriais. Em um dos estudos realizados no âmbito desse projeto, Luciano Póvoa destacou que o maior obstáculo para a avaliação dos impactos do CT-Infra era a falta de informações sobre a infraestrutura de pesquisa das instituições financiadas com recursos do fundo. De acordo com o autor:

A principal limitação da análise [...] é decorrente da falta de informações minimamente sistematizadas sobre a infraestrutura de pesquisa das universidades e institutos de pesquisa. Várias instituições não possuem dados sobre a quantidade de laboratórios, nem sobre a área total destinada à pesquisa, para um período que permita avaliar o impacto do CT-Infra sobre o aumento dessas variáveis. Além disso, mesmo para universidades que possuem esses dados para períodos recentes, seria necessário separar o que foi construído com recursos do CT-Infra do que foi realizado com recursos próprios. Os anuários estatísticos de várias instituições são recentes e a maioria contém apenas informações sobre o total da área construída, mesmo que por institutos e departamentos, sem discriminar qual seria a área total dos laboratórios... Para avaliações posteriores, sugere-se que seja incluído nas Chamadas Públicas, como requisito para apresentação de projetos por parte das instituições, a apresentação de dados sobre o número de laboratórios de pesquisa (com separação, em percentual, de tempo que é utilizado para ensino e do tempo para pesquisa) com a respectiva área construída (PÓVOA, 2011, p. 194-195).

Além do CT-Infra, outros fundos, programas e ações do MCTI concedem apoio para a infraestrutura das Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) que compõem o SNCTI. Por outro lado, vários órgãos e empresas públicas, federais e estaduais, também realizam esse tipo de investimento, incluindo Capes/MEC, Embrapa/ Ministério da Agricultura, Ministérios da Saúde, da Defesa e de Minas e Energia, Petrobrás, fundações estaduais de amparo à pesquisa, entre outros. Apesar do elevado volume de investimento, não existe um banco de dados atualizado sobre a infraestrutura do parque científico-tecnológico nacional que, entre outros propósitos, auxilie os órgãos governamentais nas atividades de monitoramento e avaliação dos resultados desses investimentos.

Para enfrentar esse problema, em meados de 2011, o MCTI deu início ao projeto de *Mapeamento da infraestrutura de pesquisa do Brasil*, realizado em parceria com o CNPq e,

posteriormente, com o Ipea<sup>40</sup>. Os objetivos iniciais do projeto eram: i) constituir um sistema com informações atualizadas sobre a infraestrutura de pesquisa das ICTs públicas; ii) auxiliar a comunidade científica, tecnológica e empresarial a identificar e conseguir acesso a recursos, serviços e instalações para a realização de atividades de P&D; iii) incentivar o uso compartilhado de recursos e a colaboração entre pesquisadores e grupos de pesquisa de diferentes áreas, instituições e regiões; e iv) fornecer aos gestores públicos acesso a informações sobre o estado atual da infraestrutura de pesquisa das ICTs para identificar ausências, ou possíveis duplicidades, e direcionar melhor a aplicação dos recursos disponíveis (BRASIL/MCTI, 2013).

A primeira etapa do trabalho consistiu na realização de estudos preliminares visando encontrar iniciativas que fornecessem subsídios para o mapeamento proposto. No âmbito do governo federal, foram identificados importantes instrumentos de coleta de informações sobre a infraestrutura das instituições de ensino e pesquisa, incluindo o Censo da Educação Superior do Inep e o sistema de coleta de dados da Capes sobre os Programas de Pós-Graduação (Coleta-Capes). Em nível estadual, merece destaque o projeto Parque de Equipamentos de Pesquisa, realizado pela Fapesp, que mapeou os equipamentos financiados pela agência no período de 1995 a 2002 (FAPESP, 2007). Além disso, muitas universidades e instituições de pesquisa possuem levantamentos próprios com informações sobre sua infraestrutura, especialmente dos principais laboratórios e equipamentos. Contudo, apesar da existência dessas informações, constatou-se que elas eram levantadas por meio de metodologias distintas, estavam dispersas e fragmentadas, e não poderiam ser sistematizadas em um único banco de dados.

Os estudos preliminares corroboraram a necessidade de constituição de um sistema de abrangência nacional com informações atualizadas sobre a infraestrutura de pesquisa das ICTs brasileiras. Seguindo essa trilha, a equipe do projeto propôs a criação de um módulo com esse tipo de informação na Plataforma Lattes, que estava passando por um processo de

---

<sup>40</sup> No MCTI, a equipe técnica do projeto era formada por membros da Assessoria de Acompanhamento e Avaliação das Atividades Finalísticas da Secretaria Executiva (Ascav/Exec/MCTI), incluindo Fernanda De Negri (Chefe da Assessoria), Flávio Bittencourt, Públio Ribeiro, Márcio Bezerra e Sérgio Brito de Carvalho. Em agosto de 2011, com o apoio do Presidente do CNPq, Glaucius Oliva, foi realizada a primeira reunião entre MCTI e CNPq para definir as diretrizes gerais do projeto. Participaram dessa reunião os seguintes membros da agência: Geraldo Sorte (Coordenação-Geral de Tecnologia da Informação); Silvana Cosac e Regina Maria de Almeida (Coordenação de Estatísticas e Indicadores/Presidência); Rita de Cassia Scardine e Emerson Silva (Assessoria de Planejamento/Presidência). Posteriormente, os trabalhos técnicos no âmbito do CNPq foram conduzidos pela equipe de informática, sob a coordenação de Geraldo Sorte e Anna Karina Neto de Andrade.

revisão e atualização. Como se sabe, essa plataforma foi criada pelo CNPq para a integrar bases de dados de currículos, de grupos de pesquisa e de instituições em um único sistema de informações. Até então, a plataforma encontrava-se estruturada em três componentes: i) Currículo Lattes (CL) - banco de dados com currículos de pesquisadores, técnicos e estudantes de pós-graduação; ii) Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP) - inventário dos grupos de pesquisa em atividade no País, com informações sobre recursos humanos, linhas de pesquisa, setores de atividade, áreas do conhecimento, produção científica/tecnológica, interação com o setor produtivo etc.; iii) Diretório de Instituições (DI) - registro das instituições que estabelecem algum tipo de relacionamento com o CNPq.

Ao longo dos anos, o CL e o DGP foram adotados pela maioria dos pesquisadores, agências de fomento, universidades e instituições de pesquisa do País. O DI, no entanto, ficou circunscrito ao relacionamento do CNPq com as instituições que recebem recursos da agência. Nesse sentido, a incorporação de uma base de dados sobre infraestrutura de pesquisa poderia contribuir para consolidar esse Diretório e melhorar as atividades de gestão da informação em CTI, permitindo relacionar diversas variáveis que influenciam os resultados alcançados no setor, como recursos humanos, infraestrutura de pesquisa, atividades de P&D, financiamento, produção científica e tecnológica etc.

A proposta foi bem recebida pelo CNPq e, então, foi constituído um grupo de trabalho para delineamento das ações a serem realizadas. Em seguida, a equipe técnica do projeto elaborou uma minuta de questionário com questões que abordavam diversos aspectos das infraestruturas de pesquisa das ICTs, incluindo: características gerais; atividades desenvolvidas; equipe técnico-científica; utilização por usuários externos; equipamentos; estimativa de valores, recursos e despesas; e condições atuais. Essa minuta foi submetida à análise crítica de especialistas com o intuito de colher sugestões para seu aperfeiçoamento<sup>41</sup>.

---

<sup>41</sup> Foram realizadas reuniões com diversos órgãos e entidades para apresentação e revisão do questionário, entre os quais: secretarias e órgãos internos do MCTI; CNPq; FINEP; Comitê Gestor do CT-Infra (reunião de 13/12/2011); Comitê Gestor do CT-Petro; Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (Andifes); Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia; e Centro de Pesquisas da Petrobrás. Além disso, o questionário foi enviado para revisão crítica dos seguintes especialistas: Nelson Simões (Rede Nacional de Pesquisas); Hélio Leães Hey (Colégio de Pró-reitores de Pesquisa e Pós-graduação da Andifes); Antonio José Roque da Silva e Sandra Holanda (Laboratório Nacional de Luz Sincontrón); Mario Sérgio Salerno e Hélio Goldenstein (Universidade de São Paulo); Silvia Velho e Maria Carlota de Souza Paula (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos). A equipe do MCTI também visitou o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo para testar o questionário e entrevistar dirigentes de pesquisa e coordenadores de laboratórios. Como resultado, foram colhidas várias sugestões de melhoria e muitas foram incorporadas na segunda versão do questionário.

Na etapa seguinte, o MCTI promoveu um piloto com suas instituições de pesquisa com o objetivo de testar o questionário desenvolvido e subsidiar a elaboração de um diagnóstico sobre a infraestrutura dessas instituições. Participaram do levantamento 19 instituições, sendo 12 Unidades de Pesquisa (UP) vinculadas diretamente ao Ministério, três Organizações Sociais (OS) e quatro instituições vinculadas à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Durante o ano de 2012, a equipe técnica do MCTI realizou visitas técnicas em várias instituições, coletou informações de 196 laboratórios e infraestruturas de pesquisa, processou e analisou os dados obtidos. Os resultados foram consolidados em relatório preliminar encaminhado às instituições e publicado no sítio eletrônico do Ministério (MCTI, 2013). O piloto com as instituições do MCTI contribuiu para o aperfeiçoamento do questionário que serviu de base para a criação do formulário eletrônico de coleta de dados do Diretório de Instituições e Infraestruturas de Pesquisa da Plataforma Lattes (DIIP-Lattes), utilizado nas etapas seguintes do mapeamento.

A pesquisa desenvolvida nesta parte da tese dá continuidade a esse trabalho e visa contribuir para a elaboração de um diagnóstico sobre a infraestrutura científica e tecnológica das instituições de pesquisa do MCTI, por meio da análise dos dados coletados na segunda etapa do mapeamento realizado pelo Ministério em parceria com o CNPq e o Ipea. Como se sabe, as instituições de pesquisa do Ministério atuam como atores estratégicos do SNCTI, porém existe pouco conhecimento sistematizado sobre a capacidade de pesquisa desse grupo de instituições, de seus gargalos e potencialidades. Entende-se que o conhecimento sobre as principais características e condições de uso de sua infraestrutura de pesquisa pode ser um elemento importante para a discussão do papel desempenhado por essas instituições no desenvolvimento do SNCTI. Além disso, ao explicitar as dificuldades metodológicas, os avanços alcançados e o potencial analítico desse tipo de levantamento, pretende-se contribuir para o amadurecimento do projeto, de modo que ele possa ser progressivamente estendido para as demais ICTs brasileiras.

No início da década de 2000, o então Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia, Ronaldo Mota Sadenberg, instalou uma comissão de avaliação dos institutos de pesquisa vinculados ao Ministério e à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), presidida pelo Dr. José Galizia Tundisi e composta por 72 cientistas e engenheiros altamente qualificados, cujo trabalho resultou numa proposta de política de longo prazo para esses institutos. Esse documento, que ficou conhecido como “Relatório Tundisi”, serviu de base para o

redirecionamento da missão da maioria das instituições de pesquisa do MCTI, permitindo-lhes sobreviver institucionalmente e adequar melhor suas atividades às necessidades do SNCTI.

A política proposta incluiu seis ações básicas que deveriam ser realizadas por todas as instituições nos dez anos seguintes: i) adequação das atividades desenvolvidas à missão definida pela comissão; ii) recuperação, modernização e expansão da infraestrutura de pesquisa das instituições; iii) recomposição orçamentária e financeira das instituições; iv) recomposição dos quadros de pessoal; v) implantação de sistemas e mecanismos de gestão, acompanhamento e avaliação da atuação das instituições; vi) maior articulação das instituições entre si, com outras instituições de pesquisa e com as Secretarias do Ministério para a execução de programas estratégicos (CGEE; MCT, 2002).

Com base nessas recomendações, e nas diretrizes da política nacional de CTI, a Subsecretaria de Coordenação das Unidades de Pesquisa (Scup/MCTI) organizou um plano de ação para as Unidades de Pesquisa (UP) e Organizações Sociais (OS) sob sua supervisão. Este plano atingiu, pelo menos em parte, os objetivos estabelecidos, incluindo a melhoria da infraestrutura de pesquisa das instituições, a readequação de seus orçamentos e a reposição parcial dos quadros de pessoal. O Ministério também realizou ações que contribuíram para a melhoria da gestão das instituições, tais como: estabelecimento de comitês de busca para indicação de seus dirigentes máximos; incentivo a elaboração de planos diretores; discussão e ratificação de Termos de Compromisso de Gestão (TCG) e Contratos de Gestão (CG), para pactuação de metas a serem atingidas pelas instituições; criação de um Sistema de Informações Gerenciais e Tecnológicas (SIGTEC) para auxiliar o acompanhamento e avaliação das ações e programas executados (CILONI; BERBERT, 2013).

De acordo com informações da SCUP, a partir de 2003, o MCTI estabeleceu um programa de recuperação das instalações físicas, ampliação e modernização da infraestrutura de P&D das Unidades de Pesquisa e Organizações Sociais ligadas ao Ministério. Este programa começou a ser implementado em 2004, por meio de encomendas financiadas com recursos das ações transversais do FNDCT e, em 2005, foi criada uma ação específica no Plano Plurianual (PPA) para recuperação da infraestrutura física dessas instituições. De 2004 a 2010, o MCTI investiu cerca de R\$ 107 milhões nessas ações, sendo R\$ 92 milhões provenientes do FNDCT e R\$ 16 milhões do orçamento do Ministério. Como resultado, entre 2006 e 2010, foram realizadas 129 obras e serviços de melhoria das instalações físicas

das UPs e construídas 50 novas edificações destinadas a atividades de P&D (BRASIL; MCTI, 2013).

## 4.2 Metodologia

A realização de um mapeamento dessa natureza, totalmente inédito no País, exigiu o estabelecimento de conceitos e definições que orientaram a elaboração do questionário e o processo de coleta de informações sobre a infraestrutura das ICTs brasileiras. Como não existe uma metodologia internacional que oriente esse tipo de levantamento, procurou-se adaptar conceitos e métodos empregados em pesquisas realizadas em outros países, bem como harmonizar, na medida do possível, as definições adotadas com os demais componentes da Plataforma Lattes<sup>42</sup>.

No âmbito do projeto, definiu-se Infraestrutura de Pesquisa como sendo 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*". Este conceito abrange os seguintes elementos, incluindo os recursos humanos a eles associados<sup>43</sup>:

- Principais equipamentos ou grupos de instrumentos utilizados em atividades de P&D;
- Instrumentos conectados permanentemente, geridos pelo operador da instalação para o benefício dos usuários;
- Recursos baseados em conhecimento e utilizados em pesquisas científicas;
- Infraestruturas e recursos de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs);
- Qualquer outra infraestrutura de natureza singular utilizada em atividades de P&D.

São exemplos de infraestruturas de pesquisa: laboratórios, instalações e redes integradas de de P&D; plantas piloto; biotérios; salas limpas; supercomputadores para armazenamento e processamento de alto desempenho; bases de dados; coleções; bibliotecas especializadas; observatórios; telescópios; navios de pesquisa; reservas e estações experimentais; reatores nucleares; microscópios eletrônicos; entre outras.

---

<sup>42</sup> As definições empregadas no levantamento foram consolidadas em um Glossário, que ficou disponível para os dirigentes e coordenadores de pesquisa no sítio eletrônico do CNPq. Muitas definições, importantes para orientar o preenchimento do questionário, também estavam disponíveis no formulário eletrônico integrado à Plataforma Lattes.

<sup>43</sup> Conceito adaptado a partir da definição utilizada no projeto MERIL (*Mapping of the European Research Infrastructure Landscape*), promovido pela Comissão Europeia no âmbito *Framework Programme 7*. Para maiores informações, consultar o sítio eletrônico do projeto no seguinte endereço: <https://portal.meril.eu>.

A coleta de informações sistematizadas sobre a infraestrutura de pesquisa das ICTs brasileiras é um procedimento complexo devido à grande heterogeneidade das infraestruturas existentes em diferentes instituições e áreas científicas e tecnológicas. Para enfrentar esse desafio, o conceito de infraestrutura adotado foi amplo o suficiente para contemplar diversos recursos e instrumentos envolvidos no processo de produção do conhecimento científico e tecnológico. Porém, como estratégia inicial, optou-se por focar o mapeamento em um conjunto de infraestruturas cujas principais características pudessem ser captadas por meio de um questionário padronizado, desenhado para coletar informações de *infraestruturas tipicamente laboratoriais*, especialmente das áreas de Ciências Exatas e da Terra, Ciências Biológicas, Engenharias, Ciências da Saúde e Ciências Agrárias. Desse modo, por questões metodológicas, o questionário completo utilizado no levantamento deveria ser respondido por apenas cinco tipos de infraestrutura: i) laboratórios; ii) navios de pesquisa ou laboratórios flutuantes; iii) plantas ou usinas piloto; iv) estações ou redes de monitoramento; v) observatórios<sup>44</sup>.

O questionário utilizado na pesquisa encontra-se no Apêndice I da tese. Com base nesse questionário, a equipe de informática do CNPq desenvolveu um formulário eletrônico, estruturado em cinco módulos, contendo os seguintes campos de informações:

- I. **Caracterização** - identificação, descrição, coordenação, endereço e contato do laboratório/infraestrutura;
- II. **Áreas de atuação** - áreas predominantes de atuação do laboratório/infraestrutura e principais linhas de pesquisa desenvolvidas em suas instalações, incluindo áreas do conhecimento e setores de aplicação associados a essas linhas de pesquisa;
- III. **Equipe** - equipe técnico-científica do laboratório/infraestrutura, incluindo pesquisadores, técnicos e estudantes;
- IV. **Equipamentos e Softwares** - principais equipamentos e softwares utilizados em atividades de P&D e prestação de serviços técnico-científicos;

---

<sup>44</sup> Dessa forma, por limitações relacionadas com a metodologia adotada na pesquisa, não foram coletadas as informações necessárias para caracterizar outros tipos relevantes de infraestrutura, tais como: bases de dados; bibliotecas ou acervos; centros de computação científica; coleções de recursos biológicos ou minerais; *datacenters* ou infraestruturas de tecnologia da informação; estações ou fazendas experimentais; estufas, câmaras de crescimento ou viveiros; laboratórios de informática para uso didático; reservas; entre outras. Entende-se que um desdobramento importante do projeto seria a constituição de grupos de trabalhos, com especialistas de diversas áreas, para discutir e consolidar formulários específicos para coletar informações relevantes dos diferentes tipos de infraestrutura de pesquisa existentes nas ICTs.

- V. **Situação Atual** - conjunto de informações sobre a situação do laboratório/infraestrutura, incluindo: principais atividades desenvolvidas; utilização por usuários externos; atividades de cooperação; prestação de serviços técnico-científicos; valores, custos e receitas; avaliação dos coordenadores sobre suas condições atuais.

O preenchimento do formulário eletrônico na Plataforma Lattes deveria ser realizado pelo coordenador do laboratório/infraestrutura, cadastrado previamente no sistema pelo dirigente máximo de pesquisa de cada instituição. Definiu-se a figura do coordenador como sendo “*o responsável, junto à administração superior da instituição, pelo gerenciamento do laboratório/infraestrutura*”. Suas atribuições envolvem: supervisão da equipe de pesquisadores e de apoio técnico; gerenciamento da utilização do espaço físico e dos equipamentos disponíveis; interlocução com outras instituições de pesquisa; organização dos projetos de pesquisa a serem desenvolvidos no laboratório/infraestrutura e alocação da equipe e dos equipamentos entre os diferentes projetos; inclusão e atualização dos dados do laboratório/infraestrutura no sistema.

O universo da pesquisa abrangeu os laboratórios e outros tipos selecionados de infraestruturas científicas e tecnológicas das instituições, centros e unidades de pesquisa direta ou indiretamente vinculados ao MCTI. Em 2013, O Ministério contava com 13 Unidades de Pesquisa (UP) em sua estrutura, cinco Organizações Sociais (OS) supervisionadas pelo órgão e sete centros ou unidades de pesquisa subordinados à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Desse conjunto, três instituições não foram inseridas na pesquisa. O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT) foram excluídos, porque não possuem os tipos selecionados de infraestrutura. Por outro lado, a Rede Nacional de Pesquisa (RNP), mesmo contando com uma infraestrutura de pesquisa extremamente relevante para o desenvolvimento da ciência brasileira, não participou do levantamento, porque o questionário não era adequado para coletar informações de infraestruturas de tecnologia da informação e comunicação.

Em maio de 2013, a Secretaria Executiva do MCTI encaminhou para as instituições pesquisadas as orientações para a segunda etapa do mapeamento, realizada por meio do preenchimento do formulário eletrônico da Plataforma Lattes com informações atualizadas sobre a situação dos laboratórios/infraestruturas no ano anterior (Ano-Base 2012). Os

dirigentes de pesquisa puderam, então, revisar e atualizar as informações básicas das infraestruturas de cada instituição. O Ministério conseguiu identificar 434 laboratórios/infraestruturas, cuja relação foi encaminhada ao CNPq para cadastramento na Plataforma Lattes. Durante o cadastramento, algumas instituições tiveram ainda a oportunidade de corrigir e complementar suas informações.

Em setembro de 2013, os dirigentes de pesquisa e coordenadores de laboratórios/infraestruturas receberam explicação detalhada sobre os objetivos do projeto, contendo o endereço para acessar o formulário eletrônico do DIIP-Lattes. O prazo para preenchimento do formulário foi estendido até 16 de dezembro. As informações coletadas foram organizadas pelo Ipea em um banco de dados no primeiro quadrimestre de 2014. Foi esse banco de dados, cedido pelo Ipea, que serviu de base para a geração das tabelas e gráficos que subsidiam as análises presentes neste trabalho<sup>45</sup>.

Para orientar a análise dos resultados, as instituições pesquisadas foram reunidas em cinco grupos, de acordo com sua missão ou principal foco institucional<sup>46</sup>:

- I. **Instituições com foco na Amazônia ou em outros Biomas;**
- II. **Instituições com foco em Ciência;**
- III. **Instituições que atuam como Laboratórios Nacionais;**
- IV. **Instituições da área Nuclear;**
- V. **Instituições com foco em Tecnologia.**

A Tabela 11 apresenta o número de laboratórios/infraestruturas das instituições do MCTI identificados no levantamento, a quantidade de questionários respondidos pelos coordenadores dessas infraestruturas na Plataforma Lattes e as observações que se enquadravam nas categorias selecionadas de infraestrutura, que compõem a amostra

---

<sup>45</sup> O levantamento realizado com as instituições do MCTI foi integrado a um projeto mais amplo, financiado pelo Ministério e coordenado pelo Ipea, que tinha por objetivo mapear os laboratórios e infraestruturas de pesquisa que atuam em áreas prioritárias definidas pela Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI), pelo Plano Brasil Maior e pelo programa Inova Empresa, especialmente dos seguintes setores: defesa; saúde; aeronáutico; energias renováveis; tecnologias da informação e comunicação; petróleo e gás; e agropecuário. A pesquisa utilizou o formulário eletrônico da Plataforma Lattes para a coleta de informações e conseguiu mapear 2.119 infraestruturas de 130 ICTs brasileiras. Desse total, foram selecionadas 1.760 infraestruturas, em sua maioria laboratórios, para compor a amostra utilizada no âmbito do projeto. Os resultados dos estudos realizados foram apresentados recentemente em um livro publicado pelo Ipea, intitulado *Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil* (DE NEGRI; SQUEFF, 2016).

<sup>46</sup> Esta classificação é semelhante a utilizada pela Comissão Tundisi, no início da década de 2000, com o objetivo de avaliar os institutos de pesquisa do Ministério e da CNEN e propor uma política de longo prazo para essas instituições.

utilizada na pesquisa. A relação completa dos laboratórios/infraestruturas incluídos na amostra encontra-se no Apêndice II da tese.

**Tabela 11 - Número de laboratórios e infraestruturas identificados, participantes do levantamento e amostra selecionada na pesquisa, segundo grupo de instituições e instituição (2013)**

Grupo / Instituições	Laboratórios / infraestruturas				
	Identificados	Questionários respondidos		Amostra selecionada	
		QD	(%)	QD	(%)
<b>Instituições com foco na Amazônia ou em outros Biomas</b>	<b>123</b>	<b>56</b>	<b>46%</b>	<b>49</b>	<b>40%</b>
IDSM - Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá	7	3	43%	3	43%
INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	84	30	36%	26	31%
INSA - Instituto Nacional do Semiárido	6	6	100%	6	100%
MPEG - Museu Paraense Emílio Goeldi	26	17	65%	14	54%
<b>Instituições com foco em Ciência</b>	<b>28</b>	<b>20</b>	<b>71%</b>	<b>18</b>	<b>64%</b>
CBPF - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	7	5	71%	5	71%
IMPA - Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada	3	3	100%	3	100%
MAST - Museu de Astronomia e Ciências Afins	4	3	75%	3	75%
ON - Observatório Nacional	14	9	64%	7	50%
<b>Instituições que atuam como Laboratório Nacional</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>77%</b>	<b>22</b>	<b>71%</b>
CNEPEM - Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais	19	14	74%	14	74%
LNA - Laboratório nacional de Astrofísica	4	4	100%	4	100%
LNCC - Laboratório Nacional de Computação Científica	8	6	75%	4	50%
<b>Instituições da área Nuclear</b>	<b>76</b>	<b>71</b>	<b>93%</b>	<b>62</b>	<b>82%</b>
CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear	31	30	97%	30	97%
CRCN-CO - Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste	1	1	100%	1	100%
CRCN-NE - Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste	1	1	100%	1	100%
IEN - Instituto de Engenharia Nuclear	11	9	82%	0	0%
IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares	30	29	97%	29	97%
IRD - Instituto de Radioproteção e Dosimetria	1	0	0%	0	0%
LAPOC - Laboratório de Poços de Caldas	1	1	100%	1	100%
<b>Instituições com foco em Tecnologia</b>	<b>183</b>	<b>122</b>	<b>67%</b>	<b>97</b>	<b>53%</b>
CTI - Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer	20	11	55%	7	35%
CETEM - Centro de Tecnologia Mineral	18	17	94%	16	89%
CETENE - Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste	5	2	40%	2	40%
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	132	86	65%	66	50%
INT - Instituto Nacional de Tecnologia	8	6	75%	6	75%
<b>TOTAL</b>	<b>441</b>	<b>293</b>	<b>66%</b>	<b>248</b>	<b>56%</b>

**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de informações das instituições de pesquisa do MCTI e de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas dessas instituições por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

Ao todo, foram identificadas 441 infraestruturas pertencentes a 23 instituições de pesquisa do MCTI, incluindo laboratórios, infraestruturas de tecnologia da informação, observatórios, estações ou redes de monitoramento, coleções de recursos biológicos, plantas piloto, entre outras. Do universo identificado, 293 infraestruturas de 22 instituições participaram da segunda etapa do mapeamento, considerando aquelas que preencheram pelo

menos o primeiro módulo do formulário eletrônico<sup>47</sup>. Seguindo a metodologia estabelecida, foram excluídas 45 observações que não se enquadravam nos tipos selecionados de infraestrutura. Desse modo, a amostra utilizada incorporou 248 infraestruturas de 21 instituições de pesquisa, representando 56% do universo identificado inicialmente. O percentual de cobertura variou bastante entre as instituições investigadas. Porém, de modo geral, a amostra selecionada foi bastante representativa e, em alguns casos, abrangeu toda a infraestrutura de pesquisa das instituições<sup>48</sup>.

A metodologia utilizada permitiu que as instituições considerassem como sendo uma única infraestrutura um conjunto de instalações laboratoriais coordenadas de forma unificada, ou que funcionassem de forma associada para o desenvolvimento de atividades de PDI. Algumas instituições cadastraram as informações da infraestrutura de suas unidades administrativas de forma unificada, ou seja, refletindo a infraestrutura laboratorial de uma divisão, coordenação ou setor da instituição. Nesse sentido, embora o número de laboratórios/infraestruturas seja importante na análise dos resultados da pesquisa, não se deve tomá-lo isoladamente como parâmetro de comparação do tamanho da infraestrutura de pesquisa das instituições.

Espera-se que, futuramente, o DIIP-Lattes reflita as principais competências de cada instituição para a realização de atividades de pesquisa, desenvolvimento, inovação e prestação de serviços técnicos-científicos. Por isso, as instituições foram orientadas a cadastrar de forma individualizada seus principais laboratórios/infraestruturas no Diretório. O nível de agregação ou desagregação das infraestruturas deveria considerar, entre outros fatores: i) a especificidade das instalações (equipamentos, instalações de P&D etc.) e atividades desenvolvidas pela infraestrutura (áreas de atuação, linhas de pesquisa, tipos de serviços etc.); ii) a vinculação da infraestrutura à estrutura organizacional da instituição em termos de gestão, coordenação, financiamento, manutenção, gerenciamento de custos e receitas etc.

---

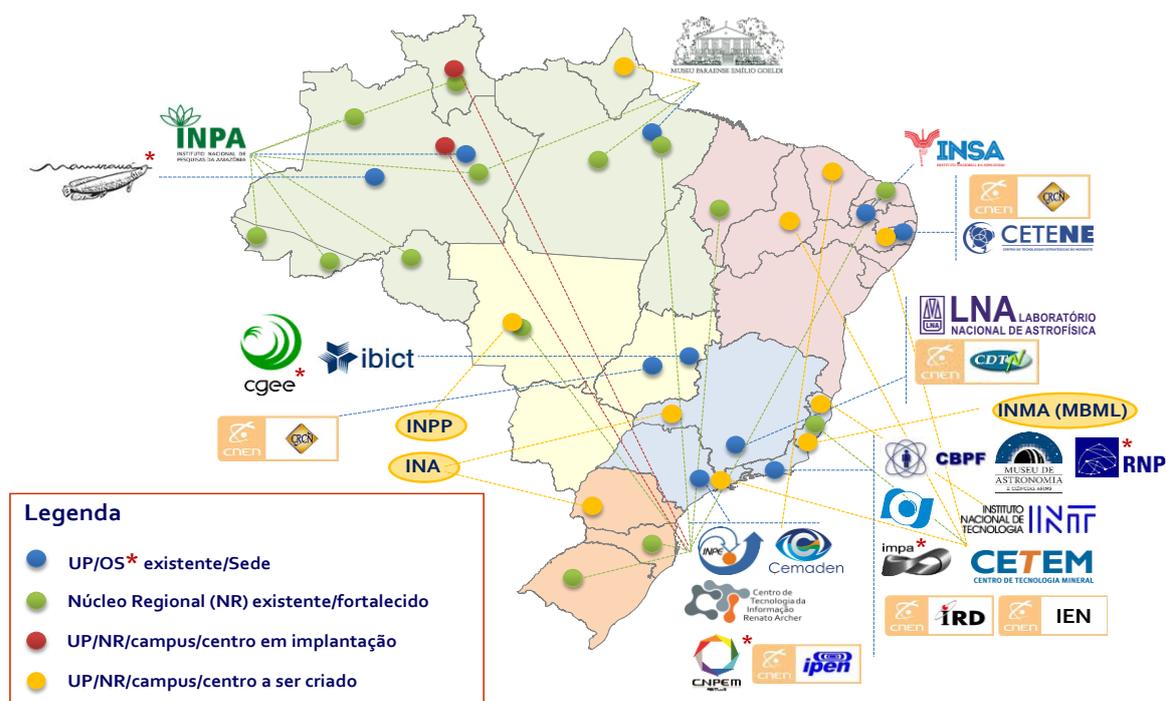
<sup>47</sup>Embora o questionário completo utilizado no levantamento não fosse adequado para diversos tipos de infraestrutura de pesquisa, as informações coletadas poderão ser utilizadas em etapas futuras do projeto.

<sup>48</sup> Como explicado anteriormente, algumas infraestruturas das áreas de ciências biológicas e agrárias não foram mapeadas na pesquisa, incluindo reservas biológicas, estações experimentais, viveiros, coleções biológicas (botânicas, zoológicas, microbiológicas) e antropológicas. Por isso, a análise de instituições como INPA, MPEG, IDSM e INSA é necessariamente limitada, refletindo apenas uma parcela da infraestrutura de pesquisa existente nessas instituições.

### 4.3 Análise dos resultados

A Figura 2 representa a distribuição geográfica das instituições de pesquisa do MCTI pelo território brasileiro no ano de 2012. Verifica-se que essas instituições estão presentes em diversas unidades da federação. Os dados coletados no levantamento, no entanto, revelam que sua infraestrutura pesquisa está fortemente concentrada nos estados da região Sudeste. Das 248 infraestruturas mapeadas, 75% estão localizados na região Sudeste, sendo 107 em São Paulo (43%), 42 no Rio de Janeiro (17%) e 35 em Minas Gerais (14%). Como visto nos capítulos anteriores, por razões históricas de natureza econômica e política, o SNCTI permanece muito concentrado nas regiões Sudeste e Sul do País. Assim, de modo geral, a distribuição da infraestrutura de pesquisa das instituições do MCTI segue o padrão dominante de localização espacial que caracteriza o SNCTI.

Figura 2 - Distribuição das instituições de pesquisa do MCTI pelo território nacional (2012)



Fonte: Subsecretaria de Coordenação das Unidades de Pesquisa (SCUP/SEXEC/MCTI). Elaboração: Núcleo de Acompanhamento e Avaliação de Políticas de CTI da SEXEC/MCTI.

Apesar da concentração nos estados e municípios mais desenvolvidos do País, foram identificados 45 laboratórios/infraestruturas na região Norte, em sua maioria pertencentes ao INPA e ao MPEG. A existência da infraestrutura de pesquisa dessas instituições, reconhecidas internacionalmente em suas áreas de atuação, é de fundamental importância para o desenvolvimento científico e tecnológico da Amazônia e contribui para a

desconcentração do SNCTI, possibilitando a formação e a permanência de recursos humanos altamente qualificados na região.

**Tabela 12 - Número de infraestruturas pesquisadas por tipo de infraestrutura, segundo grupo de instituições**

Grupo	Estação/Rede monitoramento	Laboratório	Observatório	Planta/Usina piloto	TOTAL
Amazônia/Biomás	0	49	0	0	49
Ciência	1	15	2	0	18
Laboratório Nacional	0	21	1	0	18
Nuclear	1	60	0	1	62
Tecnologia	3	83	7	4	101
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>228</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>248</b>

**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

Como esperado, das 248 infraestruturas pesquisadas, 228 (92%) foram classificadas como laboratórios por seus coordenadores. Em conjunto, desconsiderando os não respondentes, esses laboratórios somaram uma área total destinada à P&D<sup>49</sup> de 116,2 mil m<sup>2</sup>, representando uma área média de 570 m<sup>2</sup> por laboratório. Este último dado, no entanto, esconde diferenças significativas entre os laboratórios. Dos 204 laboratórios que declararam a área de P&D, 97 (48%) possuem até 100 m<sup>2</sup>. Por outro lado, a área média elevada foi influenciada pela existência de grandes laboratórios, como o Laboratório de Integração e Testes (LIT/Inpe), com 20.000 m<sup>2</sup>, o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS/CNEPEM), com 11.000 m<sup>2</sup>, o Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC/CNEN) e o Laboratório de Sistemas Eletro-Ópticos (LSEO/INPE), cada um com 10.000 m<sup>2</sup>, e o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CBTE/CNEPEM), com 8.700m<sup>2</sup>. Além disso, como dito anteriormente, algumas instituições optaram por responder o questionário de forma agregada, refletindo a área de setores específicos ou de toda a instituição, como nos casos do CRCN-NE (5.028,86 m<sup>2</sup>), do CRCN-CO (3.000m<sup>2</sup>), do Centro de Biotecnologia (3.300m<sup>2</sup>) e da Gerência de Metrologia das Radiações (3.000m<sup>2</sup>) do IPEN.

---

<sup>49</sup> Entende-se a área de P&D como sendo o espaço físico, dentro de edifícios ou estruturas específicas, utilizado para a realização de atividades de pesquisa básica, pesquisa aplicada, desenvolvimento experimental e prestação de serviços técnico-científicos. Os coordenadores foram orientados a considerar apenas a “área utilizada pelas instalações físicas que abrigam os equipamentos e instrumentos usados em atividades de P&D”.

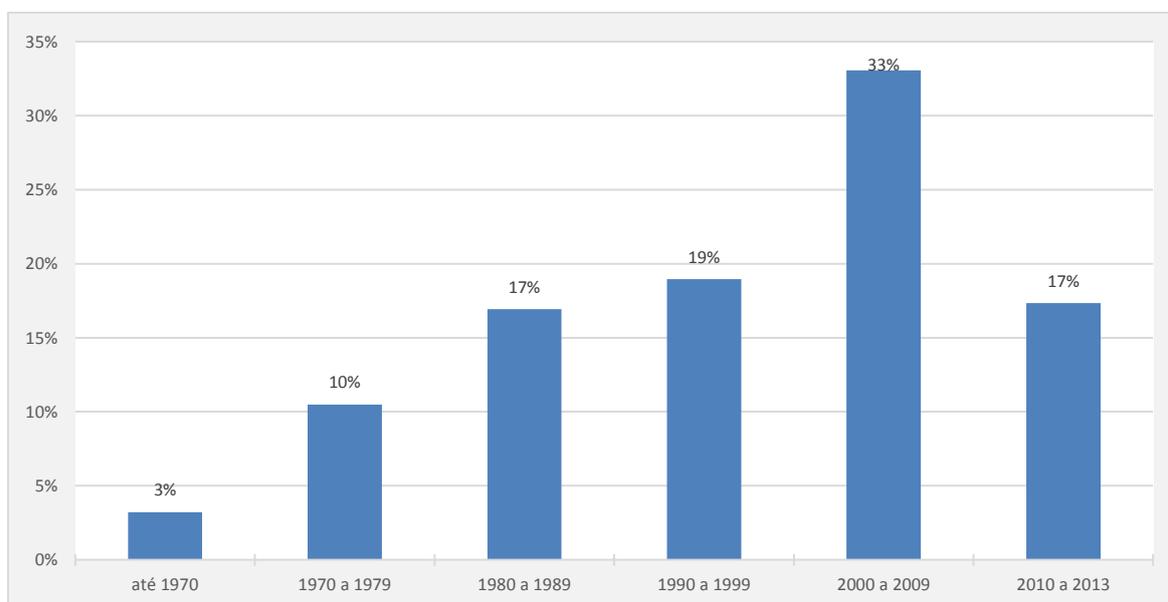
**Tabela 13 - Número de infraestruturas pesquisadas, área física e área média de P&D, segundo tipo de infraestrutura**

Tipo de infraestrutura	QD	Área P&D (m <sup>2</sup> )	Área média (m <sup>2</sup> )
Estação ou Rede de monitoramento	4	1.544	386
Laboratório	204	116.269	570
Observatório	9	101.980	11.331
Planta ou Usina piloto	2	3.796	1.898
<b>TOTAL</b>	<b>219</b>	<b>223.589</b>	<b>1.021</b>

**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor. Nota: das 248 infraestruturas incluídas na amostra da pesquisa, apenas 219 responderam esta questão.

Entre os 10 observatórios mapeados, três se destacam em termos de área de P&D, sendo dois pertencentes ao INPE - Observatório Espacial de Belém/PA (73.836 m<sup>2</sup>) e Observatório Espacial de São Martinho da Serra/RS (12.000 m<sup>2</sup>) - e um ao ON - Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica/PE (5.000 m<sup>2</sup>). Por sua vez, das cinco Plantas/Usinas Piloto pesquisadas, uma pertence ao CDTN (Planta Piloto de Lixiviação e Precipitação Química) e outras quatro são de instituições com foco em Tecnologia, sendo três do CETEM - Laboratório Piloto de Extração por Solventes, Coordenação de Processos Minerais e Planta Piloto de Processos Extrativos Hidrometalúrgicos - e uma do CETENE - Divisão de Biocombustíveis.

**Gráfico 43 - Distribuição das infraestruturas pesquisadas, segundo período de início de operação**



**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

O estudo revela que os investimentos realizados nos últimos anos vêm apresentando resultados significativos e que o objetivo estratégico de ampliação da infraestrutura de pesquisa das instituições do MCTI, estabelecido pela política proposta no início da década de 2000, tem sido alcançado. Como se observa no Gráfico 43, 125 infraestruturas (50%) entraram em operação no período entre 2000 e 2013 (uma média de 9,6 por ano), mais que o dobro do número de infraestruturas que iniciaram suas atividades na década anterior. As informações agregadas por grupo de instituições mostram que, proporcionalmente, as instituições que atuam como Laboratórios Nacionais e aquelas que atuam na área Nuclear foram as que receberam maior incremento nos últimos anos. Outras informações coletadas, como a data de aquisição dos equipamentos de pesquisa e o período em que ocorreu a última atualização do laboratório/infraestrutura, também corroboram o diagnóstico de que, pelo menos até 2013, a política de recuperação, modernização e ampliação da infraestrutura dessas instituições vinha alcançando resultados positivos.

**Tabela 14 - Distribuição das infraestruturas pesquisadas por grupo de instituições, segundo grande área do conhecimento**

Grande área / Grupo	Amazônia / Biomás	Ciência	Laboratório Nacional	Nuclear	Tecnologia	TOTAL	(%)
Ciências Agrárias	21	-	3	1	-	25	3,7%
Ciências Biológicas	61	3	22	9	11	106	15,9%
Ciências da Saúde	3	-	-	11	1	15	2,2%
Ciências Exatas e da Terra	20	51	23	45	104	243	36,4%
Ciências Humanas	3	1	1	0	-	5	0,7%
Ciências Sociais Aplicadas	1	2	1	0	5	9	1,3%
Engenharias	5	11	17	98	132	263	39,4%
Linguística, Letras e Artes	1	-	-	-	-	1	0,1%
<b>TOTAL</b>	<b>115</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	<b>164</b>	<b>253</b>	<b>667</b>	<b>100%</b>

Fonte: MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

A distribuição das infraestruturas por áreas do conhecimento (Tabela 14) revela que, de modo geral, sua atuação se concentra nas grandes áreas de Engenharias (39,4%), Ciências Exatas e da Terra (36,4%) e, em menor grau, na de Ciências Biológicas (15,9%). Alguns laboratórios/infraestruturas também exercem atividades nas áreas de Ciências Agrárias (3,7%) e da Saúde (2,2%). A baixa participação das instituições de pesquisa do MCTI nessas áreas se explica, entre outros fatores, pelo fato de existirem no País sistemas públicos de pesquisa em saúde e agropecuária, vinculados a outros ministérios. Como esperado, a

participação das áreas de Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas, Linguística, Letras e Arte foi pouco expressiva.

É possível perceber um padrão de especialização na atuação das infraestruturas entre os diferentes grupos de instituições. As instituições com foco em Ciência atuam mais fortemente em Ciências Exatas e da Terra, especialmente nas áreas de física, geofísica e matemática. Por outro lado, as instituições com foco na Amazônia atuam mais em Ciências Biológicas e, com menor intensidade, em Ciências Agrárias, Ciências Exatas e da Terra. Já as instituições com foco em Tecnologia trabalham principalmente em áreas específicas da Engenharia (aeroespacial, elétrica, materiais, química e mecânica) e das Ciências Exatas e da Terra (geociências, química, física, astronomia e ciência da computação). As instituições da área Nuclear atuam mais nas áreas de engenharia nuclear, engenharia de materiais, física e química. Finalmente, os Laboratórios Nacionais atendem a demanda de diversos pesquisadores e instituições do SNCTI e distribuem sua atuação de forma equilibrada entre as grandes áreas de Ciências Biológicas, Ciências Exatas e da Terra e Engenharias.

No diagnóstico traçado pela Comissão Tundisi, um dos principais problemas apontados foi a carência de pesquisadores, tecnologistas e técnicos nas instituições de pesquisa do MCTI. Por isso, entre as recomendações propostas pela comissão estava a recomposição dos quadros de pessoal dessas instituições. Desde então, o Ministério realizou três concursos públicos (2004, 2008 e 2012) para a reposição de parte dos servidores de suas Unidades de Pesquisa (UPs). No entanto, frente ao elevado número de aposentadorias que ocorreram nos últimos anos e à expansão física da rede de unidades e instituições, o problema está longe de ser solucionado.

Durante a pesquisa, a quantidade reduzida de pesquisadores e técnicos foi apontada como sendo um sério gargalo pelos dirigentes de quase todas as instituições visitadas pela equipe técnica da MCTI. Este problema pode se agravar, pois estima-se que uma quantidade significativa de servidores deve se aposentar nos próximos anos. De acordo com o depoimento de coordenadores, a aposentadoria dos responsáveis por certos laboratórios, sem que haja o treinamento de novos quadros para atuar em linhas específicas de pesquisa, pode acarretar em sérias perdas para a pesquisa realizada por essas instituições.

O estudo realizado focou num grupo específico da força de trabalho das instituições do MCTI, particularmente na equipe técnica técnico-científica dos laboratórios e

infraestruturas de pesquisa dessas instituições<sup>50</sup>. Desse modo, foram identificados apenas os pesquisadores, tecnólogos, estudantes e técnicos diretamente envolvidos nas atividades de P&D executadas pelas infraestruturas que participaram do levantamento.

**Tabela 15 - Número de infraestruturas, pesquisadores, técnicos, estudantes, membros da equipe técnico-científica e relações, segundo grupo de instituições e instituição (2013)**

Grupo / instituição	Infraestruturas (I)	Pesquisadores (P)	Técnicos (T)	Estudantes (E)	Equipe (ET)	P/I	T/I	E/I	ET/I
<b>Amazônia / Biomas</b>	<b>49</b>	<b>145</b>	<b>95</b>	<b>412</b>	<b>701</b>	<b>3,0</b>	<b>1,9</b>	<b>8,4</b>	<b>14,3</b>
IDSIM	3	22	3	9	37	7,3	1,0	3,0	12,3
INPA	26	57	62	265	410	2,2	2,4	10,2	15,8
INSA	6	6	0	0	12	1,0	0,0	0,0	2,0
MPEG	14	60	30	138	242	4,3	2,1	9,9	17,3
<b>Ciência</b>	<b>18</b>	<b>89</b>	<b>72</b>	<b>137</b>	<b>316</b>	<b>4,9</b>	<b>4,0</b>	<b>7,6</b>	<b>17,6</b>
CBPF	5	43	16	86	150	8,6	3,2	17,2	30,0
IMPA	3	23	23	16	65	7,7	7,7	5,3	21,7
MAST	3	7	11	7	28	2,3	3,7	2,3	9,3
ON	7	16	22	28	73	2,3	3,1	4,0	10,4
<b>Laboratório Nacional</b>	<b>22</b>	<b>87</b>	<b>330</b>	<b>112</b>	<b>551</b>	<b>4,0</b>	<b>15,0</b>	<b>5,1</b>	<b>25,0</b>
CNPEM	14	67	280	76	437	4,8	20,0	5,4	31,2
LNA	4	10	30	8	52	2,5	7,5	2,0	13,0
LNCC	4	10	20	28	62	2,5	5,0	7,0	15,5
<b>Nuclear</b>	<b>62</b>	<b>296</b>	<b>531</b>	<b>584</b>	<b>1.473</b>	<b>4,8</b>	<b>8,6</b>	<b>9,4</b>	<b>23,8</b>
CDTN	30	118	168	168	484	3,9	5,6	5,6	16,1
CRCN-CO	1	1	8	5	15	1,0	8,0	5,0	15,0
CRCN-NE	1	23	18	56	98	23,0	18,0	56,0	98,0
IPEN	29	142	313	331	815	4,9	10,8	11,4	28,1
LAPOC	1	12	24	24	61	12,0	24,0	24,0	61,0
<b>Tecnologia</b>	<b>97</b>	<b>602</b>	<b>670</b>	<b>574</b>	<b>1.943</b>	<b>6,2</b>	<b>6,9</b>	<b>5,9</b>	<b>20,0</b>
CETEM	16	57	104	75	252	3,6	6,5	4,7	15,8
CETENE	2	16	57	13	88	8,0	28,5	6,5	44,0
CTI	7	75	73	46	201	10,7	10,4	6,6	28,7
INPE	66	385	272	357	1.080	5,8	4,1	5,4	16,4
INT	6	69	164	83	322	11,5	27,3	13,8	53,7
<b>TOTAL</b>	<b>248</b>	<b>1.219</b>	<b>1.698</b>	<b>1.819</b>	<b>4.984</b>	<b>4,9</b>	<b>6,8</b>	<b>7,3</b>	<b>20,1</b>

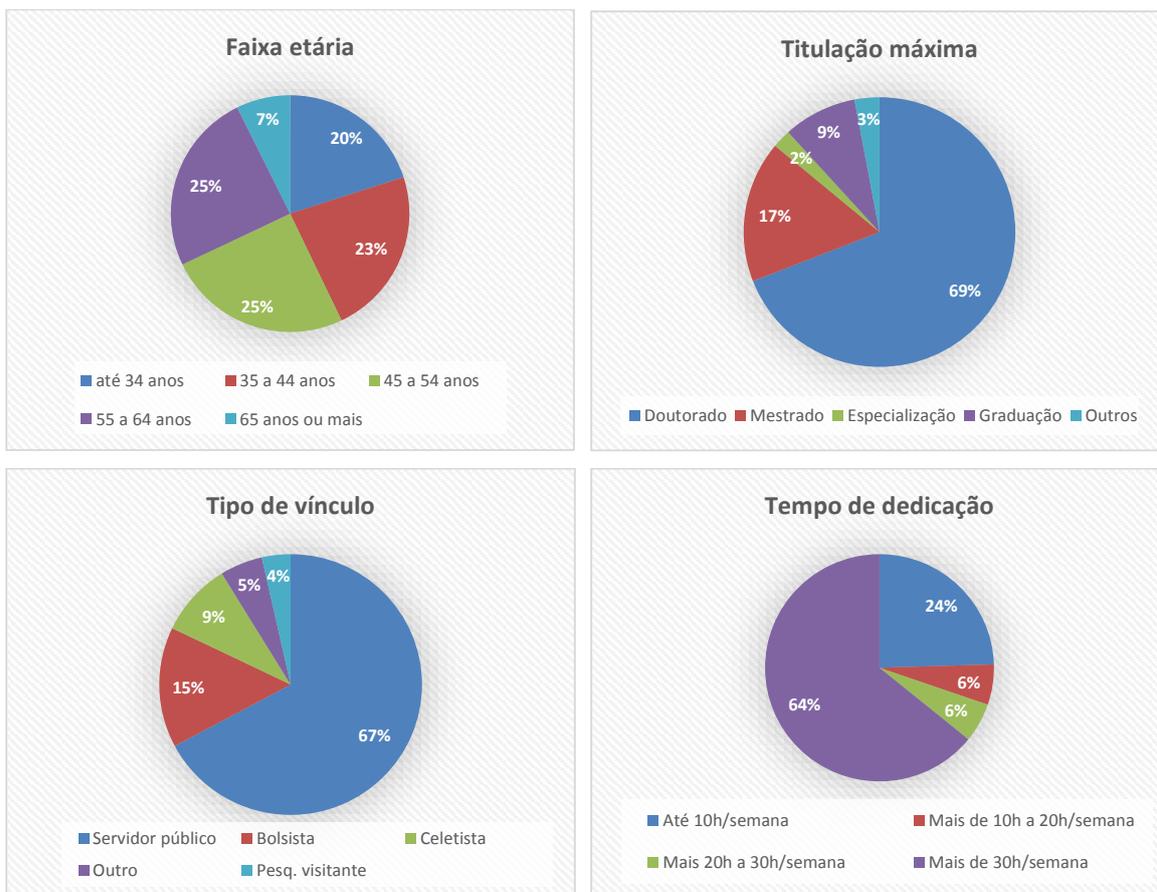
**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

<sup>50</sup> Definiu-se a equipe técnico-científica como sendo “o pessoal que trabalha regularmente no laboratório/infraestrutura por, pelo menos, 10 horas semanais, incluindo coordenadores, pesquisadores, tecnologistas, técnicos e estudantes. Trata-se das pessoas que garantem o funcionamento e são corresponsáveis pelos equipamentos/instalações ou que estejam envolvidas com as principais atividades/pesquisas desenvolvidas no laboratório/infraestrutura”.

Conforme apresentado na Tabela 15, em 2013, a equipe técnica das 248 infraestruturas mapeadas era formada por 4.984 profissionais sendo, desde total, 1.219 pesquisadores, 1.698 técnicos (de nível médio e superior) e 1.819 estudantes (de graduação e pós-graduação). Cada laboratório/infraestrutura contava, em média, com cerca de 5 pesquisadores, 7 técnicos e 7 estudantes.

Em termos quantitativos, as instituições de maior porte concentram grande parte do total de recursos humanos das infraestruturas pesquisadas, especialmente as seguintes: Amazônia/Biomass (INPA e MPEG); Ciência (CBPF); Laboratório Nacional (CNPq); Nuclear (CDTN e IPEN); Tecnologia (CETEM, INPE e INT). Algumas instituições possuem instalações de grande porte, que atuam como Laboratórios Nacionais, e contam com equipes numerosas como, por exemplo, o Laboratório de Integração e Testes (LIT/INPE), o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS/CNPq) e o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE/CNPq).

**Gráfico 44 - Distribuição dos pesquisadores das infraestruturas pesquisadas por faixa etária, titulação máxima, tipo de vínculo e tempo de dedicação (2013)**



**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

A pesquisa mostra que, em geral, o perfil predominante entre os pesquisadores/tecnologistas das infraestruturas pesquisadas é composto por brasileiros (91%), doutores (69%), servidores públicos (67%), que dedicam mais de 30 horas semanais (64%) para as atividades desenvolvidas no laboratório/infraestrutura. Com relação à idade, quase a metade se encontrava nas faixas etárias de maior produtividade, com idade entre 35 e 54 anos, e outros 25% possuíam entre 55 e 64 anos. Além disso, identificou-se uma parcela relevante de jovens pesquisadores, com até 35 anos (20%). Por outro lado, 7% dos pesquisadores possuíam 65 anos ou mais, ou seja, contavam com idade suficiente para obter aposentadoria (Gráfico 44).

Apesar do tipo predominante de vínculo dos pesquisadores com a instituição ser o de servidor público, identificou-se uma quantidade significativa de bolsistas (15%) e de contratados pelo regime celetista (9%). Em que pese a importância dos programas de concessão de bolsas de pesquisa, entende-se que esse instrumento não deve ser utilizado para suprir a carência de pesquisadores do quadro de servidores das instituições, como as informações parecem indicar. Se utilizadas para este fim, as bolsas tendem a constituir um vínculo precário de trabalho e podem ter resultado contrário ao desejado, que seria o de atrair novos pesquisadores para as instituições. Por outro lado, a maioria dos pesquisadores contratados pelo regime celetista pertence às Organizações Sociais (OS) que participaram do levantamento (CNPEM, IDSME e IMPA), mas também foram encontrados pesquisadores de outras instituições contratados pelo mesmo regime (INPE, CTI, INT e CETEM).

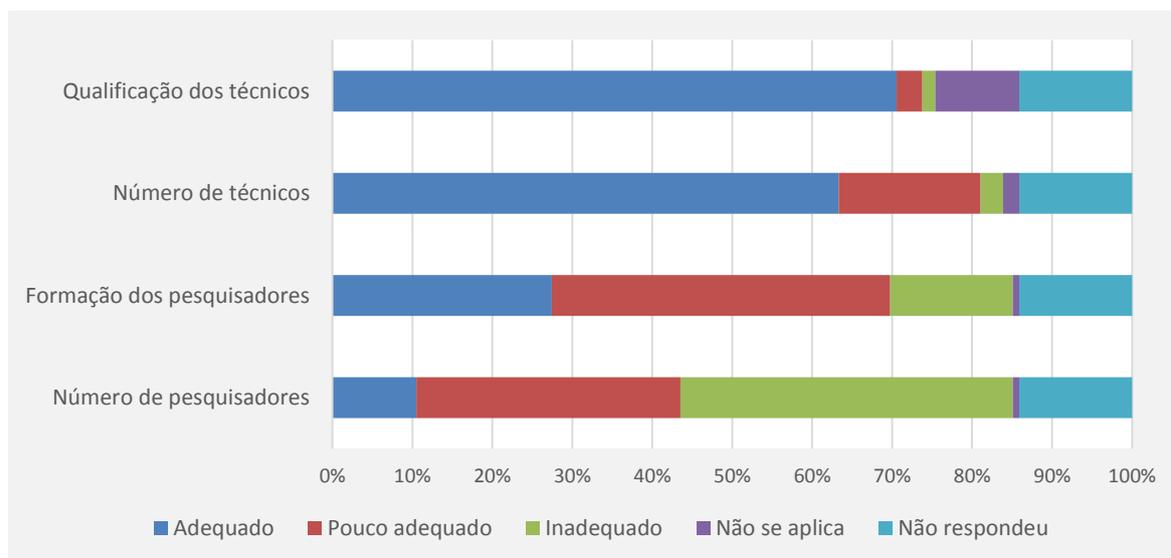
O questionário utilizado solicitava que os coordenadores avaliassem, por meio de uma escala pré-definida, a quantidade e a formação dos pesquisadores e técnicos que compõem a equipe permanente do laboratório/infraestrutura<sup>51</sup>. De modo geral, apesar de elevado nível de formação em nível de pós-graduação *stricto sensu* (86%), a equipe de pesquisadores não foi bem avaliada pelos coordenadores: apenas 10% consideraram o número de pesquisadores de sua equipe como adequado e quase 60% avaliaram a formação dos pesquisadores como pouco adequada (42%) ou inadequada (15%). As informações qualitativas coletadas durante a pesquisa sugerem que as avaliações negativas estão mais relacionadas à carência de pesquisadores do que à competência técnica das equipes dos laboratórios. Vale notar as avaliações negativas sobre a “formação dos pesquisadores”

---

<sup>51</sup> Constatou-se que houve certo desconforto dos coordenadores em avaliar seus pares e colegas de trabalho, tendo em vista a quantidade expressiva de não respostas (14%).

podem refletir tanto a inadequação da formação acadêmica destes em relação às atividades desenvolvidas pela infraestrutura como a carência de novos pesquisadores com o perfil desejado. De qualquer modo, esse dado corrobora a necessidade de complementação da formação dos pesquisadores no próprio laboratório/infraestrutura.

**Gráfico 45 - Avaliação dos coordenadores sobre os recursos humanos disponíveis para a operação das infraestruturas pesquisadas (2012)**



**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

Por outro lado, os técnicos responsáveis por dar suporte às atividades dos laboratórios/infraestruturas foram avaliados de forma mais positiva pelos coordenadores. De acordo com as informações coletadas, 41% deles possuíam pós-graduação (23% doutorado, 15% mestrado e 3% especialização), 20%, graduação e 39%, ensino médio/técnico. Em relação ao tipo de vínculo, 49% eram funcionários da própria instituição. A maioria dos coordenadores avaliou como sendo adequada a qualificação (70%) e a quantidade (63%) da equipe de apoio técnico da infraestrutura. Porém, 21% consideraram o número de técnicos de suas equipes pouco adequado ou inadequado. Proporcionalmente, as situações mais graves foram relatadas nos laboratórios/infraestruturas da área Nuclear.

Algumas instituições de pesquisa do MCTI (CBPF, INPA, INPE, IMPA, LNCC e ON) possuem programas de pós-graduação próprios reconhecidos pelo Ministério da Educação e outras promovem cursos de mestrado ou doutorado por meio de acordos com universidades (MPEG e MAST). Certos programas possuem longa tradição e são muito bem avaliados pela Capes (com conceitos 6 ou 7), como os programas de Matemática do IMPA, de Física do CBPF, de Meteorologia e de Sensoriamento Remoto do INPE. Entre as

orientações da Comissão Tundisi, recomendava-se que a pós-graduação dos institutos de pesquisa deveria atender áreas não cobertas pelas universidades ou serem de qualidade superior ao ensino ofertado pelo sistema tradicional de pós-graduação.

De modo geral, as avaliações realizadas pela Capes mostram uma evolução positiva dos programas de pós-graduação das instituições do MCTI na última década. Em decorrência das singularidades dessas instituições, verifica-se que muitos programas não possuem correlatos no sistema de ensino universitário e outros são de excelência, melhores do que os congêneres de outras instituições, como os de Modelagem Computacional do LNCC, de Ecologia e de Ciências de Florestas Tropicais do INPA, de Museologia e Patrimônio do MAST/Unirio (Ciloni; Berbert, 2013). Por outro lado, a oferta de cursos de mestrado/doutorado em instituições da região Norte (INPA e MPEG) fortalece o sistema regional de ensino, contribuindo para redução das fortes assimetrias que caracterizam o sistema nacional de pós-graduação.

Do total de 1.819 estudantes que participavam das atividades dos laboratórios/infraestruturas investigados, 63% estavam se formando em nível de pós-graduação *stricto sensu* (32% no doutorado e 31% no mestrado), 3% realizavam cursos de especialização e 34% eram alunos de graduação. Esse é um dado extremamente relevante da pesquisa, pois revela uma quantidade significativa de pós-graduandos e estudantes recebendo treinamento científico e realizando pesquisas dentro dos laboratórios. Considerando que muitos laboratórios/infraestruturas possuem modernas instalações e são referência em suas áreas de atuação, as instituições estão formando uma nova geração de cientistas e tecnólogos altamente qualificados e aptos para contribuir para o avanço científico e tecnológico do País.

Outra questão relevante abordada no levantamento é o valor das instalações e equipamentos das infraestruturas pesquisadas. A Tabela 16 apresenta a distribuição dos laboratórios/infraestruturas segundo faixa de valor global estimado, em valores de 2012. Os dados mostram que 116 infraestruturas (47%) possuíam valor total de até R\$ 500 mil e outras 46 (19%) se situavam na faixa entre R\$500 e R\$ 1 milhão. Proporcionalmente, a grande maioria das infraestruturas de instituições da Amazônia/Biomás e com foco em Ciência estavam nas faixas de menor valor. Por outro lado, as infraestruturas de valor elevado se concentravam nos Laboratórios Nacionais e em instituições das áreas nuclear e tecnológica. Apenas três infraestruturas possuíam valor global entre R\$ 100 milhões e R\$ 200 milhões -

Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE/CNPEN), Diretoria de Radiofarmácia (DR/IPEN) e CRCN-NE. Finalmente, dois laboratórios foram avaliados com valor superior a R\$ 200 milhões – o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS/CENPEM) e o Laboratório de Integração e Testes (LIT/INPE).

**Tabela 16 - Número de infraestruturas pesquisadas por grupo de instituições, segundo faixa de valor global da infraestrutura (2012)**

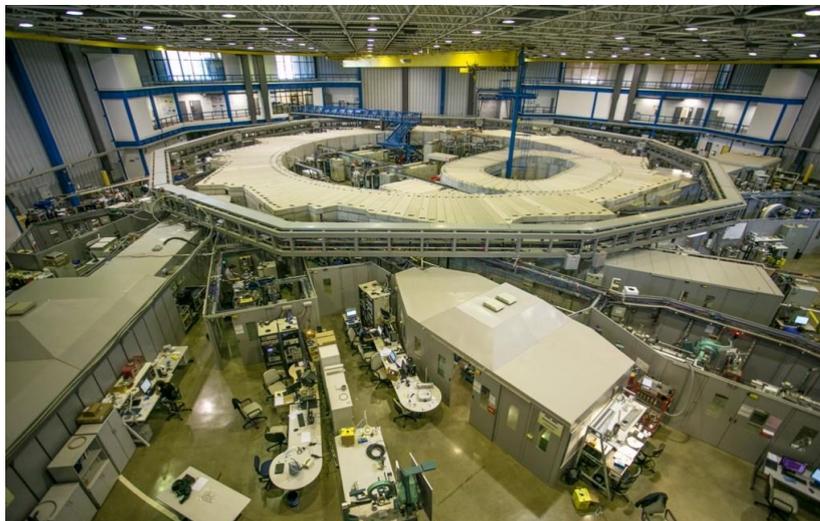
Faixa de valor global da infraestrutura	Infraestruturas por grupos de instituições					TOTAL	%
	Amazônia / Biomás	Ciência	Laboratório Nacional	Nuclear	Tecnologia		
Até R\$ 500 mil	36	8	5	16	51	116	47%
(R\$ 500 mil a R\$ 1 milhão]	10	8	2	14	12	46	19%
(R\$ 1 milhão a R\$ 3 milhões]	2	0	3	12	15	32	13%
(R\$ 3 milhões a R\$ 5 milhões]	1	0	7	5	9	22	9%
(R\$ 5 milhões a R\$ 10 milhões]	0	1	2	5	3	11	4%
(R\$ 10 milhões a R\$ 20 milhões]	0	1	0	2	5	8	3%
(R\$ 20 milhões a R\$ 30 milhões]	0	0	1	5	0	6	2%
(R\$ 30 milhões a R\$ 50 milhões]	0	0	0	0	0	0	0%
(R\$ 50 milhões a R\$ 100 milhões]	0	0	0	1	1	2	1%
(R\$ 100 milhões a R\$ 200 milhões]	0	0	1	2	0	3	1%
Acima de R\$ 200 milhões	0	0	1	0	1	2	1%
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>62</b>	<b>97</b>	<b>248</b>	<b>100%</b>

**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

O LNLS foi a primeira *Big Science facility* criada do Brasil. Situado no *campus* do CNPEM, no Polo Tecnológico de Campinas (SP), o laboratório começou a ser projetado em 1983 e tornou-se operacional em 1997. Suas instalações abrigam a única Fonte de Luz Síncrotron da América Latina, construída quase inteiramente no País por engenheiros e pesquisadores brasileiros. A radiação de luz síncrotron é gerada por elétrons, impulsionados por um acelerador linear (Linac) de 500 MeV, que circulam num anel de armazenamento de 93 metros quase na velocidade da luz. O feixe de elétrons (1.37 GeV) tem sua trajetória desviada pelo campo magnético de eletroímãs, emitindo fótons e resultando em uma radiação de brilho ímpar, denominada luz síncrotron. Essa energia é direcionada para estações experimentais ou linhas de luz espalhadas em pontos no entorno do anel, que contam com diversas técnicas como difração de raios X (XRD), espalhamento de raios X a baixos ângulos (SAXS), absorção de raios X (EXAFS, XANES), foto-emissão de elétrons (PES), espectroscopia VUV e microtomografia. As instalações do LNLS são utilizadas em

estudos sobre estrutura e propriedades de materiais como polímeros, rochas, metais e também de proteínas e moléculas<sup>52</sup>.

Figura 3 - Fotografia do LNLS mostrando o acelerador principal e as linhas de luz



Créditos: Julio Fujikawa / Divulgação LNLS.

Contando com equipamentos de pesquisa com valor superior a R\$ 50 milhões, o LNLS é uma infraestrutura aberta e multiusuária, que atende pesquisadores do Brasil e do exterior de diversas áreas das ciências exatas e da terra, agrárias e biológicas. O laboratório opera num modelo semelhante ao empregado nos laboratórios nacionais americanos e em fontes de luz síncronon europeias (como a Soleil, da França, e Diamond, do Reino Unido). O governo é dono das instalações e a operação é delegada a uma organização independente, com maior flexibilidade para captar recursos externos, planejar, contratar e demitir funcionários. O laboratório atraiu para seu entorno outras instalações de pesquisa administradas pelo CNPEM e abertas à utilização da comunidade científica e empresarial: os laboratório nacionais de Biociências (LNBio); de Nanotecnologia (LNNano); e de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)<sup>53</sup>.

---

<sup>52</sup> Informações obtidas nos sítios eletrônicos do CNPEM (<http://cnpem.br/>) e da Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais (<http://sbpmat.org.br/>), e também na Edição nº 232/2015 da revista *Pesquisa Fapesp*. Para mais detalhes sobre a criação e operação do LNLS, ver artigo de José Antônio Brum e Rogério Meneguini (BRUM; MENEGHINI, 2002).

<sup>53</sup> Com exceção do LNLS e do CTBE, os outros dois laboratórios cadastraram sua infraestrutura de forma desagregada na Plataforma Lattes. O LNBio é composto pelas seguintes instalações: Laboratório de Análise de Microarranjos de DNA (LEC); Laboratório de Espectrometria de Massas (LMA); Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear (RMN); Laboratório Automatizado de Cristalização de Macromoléculas (RoboLab). O LNNano é composto pelas seguintes infraestruturas: Grupo de Microscopia de Tunelamento e força Atômica (MTA); Laboratório de Microscopia Eletrônica (LME) e Laboratório de Microfabricação (LMF).

Apesar dos avanços proporcionados pelo LNLS para o desenvolvimento da ciência brasileira, a fonte de luz síncrotron atualmente em operação no País alcançou um limite físico para expansão das estações de pesquisa no entorno do anel e encontra-se defasada em relação a outras fontes existentes no mundo, não conseguindo mais atender a demanda de pesquisadores brasileiros para a realização de experimentos avançados. A produção científica e tecnológica na fronteira do conhecimento demanda o uso de infraestruturas modernas e atualizadas, que se mostrem competitivas em relação a outras instalações da mesma natureza. Por isso, o CNEPEM está construindo uma nova fonte de 4ª geração, batizada como Sirius, projetada para ter o maior brilho dentre todos os equipamentos existentes na sua classe de energia, colocando o País na liderança mundial na geração de luz síncrotron.

O Sirius será a maior e mais complexa infraestrutura científica e tecnológica do Brasil, o maior laboratório dessa natureza na América Latina e um dos maiores do mundo. As instalações de pesquisa serão abrigadas em um prédio de 68.000 m<sup>2</sup>, próximo ao LNLS, localizado em terreno contíguo ao *campus* do CNEPEM. O equipamento será construído, em grande parte, com tecnologia brasileira. O laboratório contará com um acelerador de elétrons de 3 GeV (giga elétron-volts), com 518,4 metros de circunferência, e poderá comportar até 40 linhas de luz. Esses parâmetros permitirão o atendimento de um maior número de usuários e possibilitarão uma mudança qualitativa nos experimentos realizados no País, com implicações positivas em diversas áreas estratégicas, como alimentação, meio ambiente, saúde, energia e defesa. O MCTI vai investir R\$ 1,3 bilhão na implantação do laboratório, que deve entrar em operação em 2019.

O Laboratório de Integração e Testes (LIT/INPE) é outra infraestrutura de grande relevância para o desenvolvimento científico e tecnológico do País. Criado em 1893, no *campus* do INPE em São José dos Campos (SP), o laboratório possui uma área construída de 20 mil m<sup>2</sup> e conta com instalações completas para o desenvolvimento de satélites, incluindo as etapas de: montagem, integração e testes; calibração de sensores e instrumentos; e qualificação de componentes e partes eletrônicas. As instalações do LIT também são amplamente utilizadas em serviços de testes e ensaios para diversos segmentos da indústria nacional, como equipamentos eletromédicos, veículos, defesa e telecomunicações.

O desempenho do LIT tem sido fundamental para o sucesso do Programa Espacial Brasileiro que, desde 1993, inseriu o Brasil no seleto grupo de nações que possuem

tecnologia para desenvolver satélites artificiais. Essa capacitação tem permitido o envolvimento do País em programas de cooperação internacional na área espacial, com destaque para o Programa CBERS (*China-Brazil Earth Resources Satellite* ou Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), desenvolvido pelo INPE em parceria com a Academia Chinesa de Tecnologia Espacial. Desde 1994, foram desenvolvidos cinco satélites por meio desse programa (CBERS 1, 2, 2b, 3 e 4), quatro deles lançados com sucesso. Graças ao CBERS, o Brasil é hoje um dos maiores distribuidores de imagens de satélite do mundo, que são utilizadas no controle de desmatamento e queimadas e no monitoramento de recursos hídricos, de áreas agrícolas e de ocupação do solo em áreas urbanas, entre outras aplicações.

**Tabela 17 - Número de infraestruturas pesquisadas por grupo de instituições, segundo faixa de valor global dos equipamentos de pesquisa (2012)**

Estimativa de valor global dos equipamentos de pesquisa	Infraestruturas por grupos de instituições					TOTAL	%
	Amazônia / Biomas	Ciência	Laboratório Nacional	Nuclear	Tecnologia		
Até R\$ 100 mil	22	6	4	5	15	52	21,0%
(R\$ 100 mil a R\$ 250 mil]	8	1	0	3	11	23	9,3%
(R\$ 250 mil a R\$ 500 mil]	6	5	1	15	16	43	17,3%
(R\$ 500 mil a R\$ 1 milhão]	8	0	3	12	17	40	16,1%
(R\$ 1 milhão até R\$ 2 milhões]	5	1	1	16	14	37	14,9%
(R\$ 2 milhões a R\$ 3 milhões]	0	3	5	2	6	16	6,5%
(R\$ 3 milhões a R\$ 5 milhões]	0	1	3	2	6	12	4,8%
(R\$ 5 milhões a R\$ 7 milhões]	0	0	1	4	4	9	3,6%
(R\$ 7 milhões a R\$ 10 milhões]	0	1	1	1	1	4	1,6%
(R\$ 10 milhões até R\$ 15 milhões]	0	0	0	0	5	5	2,0%
(R\$ 15 milhões a R\$ 20 milhões]	0	0	1	2	0	3	1,2%
(R\$ 40 milhões a R\$ 50 milhões]	0	0	0	0	1	1	0,4%
Acima de R\$ 50 milhões	0	0	2	0	1	3	1,2%
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>62</b>	<b>97</b>	<b>248</b>	<b>100%</b>

Fonte: MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

Apesar da existência de grandes laboratórios, de modo geral, o padrão dominante entre as instituições do MCTI é constituído por laboratórios/infraestruturas de pequeno porte com equipamentos de pesquisa de valor não muito elevado. Conforme dados apresentados na Tabela 17, entre as 248 infraestruturas pesquisadas, 195 (78,6%) possuíam um conjunto de equipamentos de pesquisa com valor estimado de até R\$ 2 milhões e outras 28 (11,3%) equipamentos com valor global entre R\$ 2 milhões e R\$ 5 milhões. Assim, apenas 12 infraestruturas (10%) contavam com estoque de equipamentos com valor igual ou superior

a R\$ 5 milhões, quase todas pertencentes a laboratórios nacionais ou a instituições das áreas nuclear e tecnológica.

**Tabela 18 - Número de equipamentos de pesquisa com custo de aquisição igual ou superior a R\$ 100 mil por tipo de equipamento, segundo grupo de instituições e instituição (2013)**

<b>Grupo/Instituição</b>	<b>Equipamento unitário</b>	<b>Sistema</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Amazônia/Biomás</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>25</b>
INPA	14	7	21
INSA	3	0	3
MPEG	0	1	1
<b>Ciência</b>	<b>39</b>	<b>20</b>	<b>59</b>
CBPF	18	15	33
IMPA	1	0	1
ON	20	5	25
<b>Laboratório Nacional</b>	<b>205</b>	<b>39</b>	<b>224</b>
CNPEM	179	37	216
LNA	22	2	24
LNCC	4	0	4
<b>Nuclear</b>	<b>327</b>	<b>13</b>	<b>340</b>
CDTN	119	6	125
CRCN-CO	10	0	10
CRCN-NE	17	2	19
IPEN	166	4	170
LAPOC	15	1	16
<b>Tecnologia</b>	<b>383</b>	<b>96</b>	<b>479</b>
CETEM	45	4	49
CETENE	7	3	10
CTI	42	13	55
INPE	160	75	235
INT	129	1	130
<b>TOTAL</b>	<b>971</b>	<b>176</b>	<b>1.147</b>

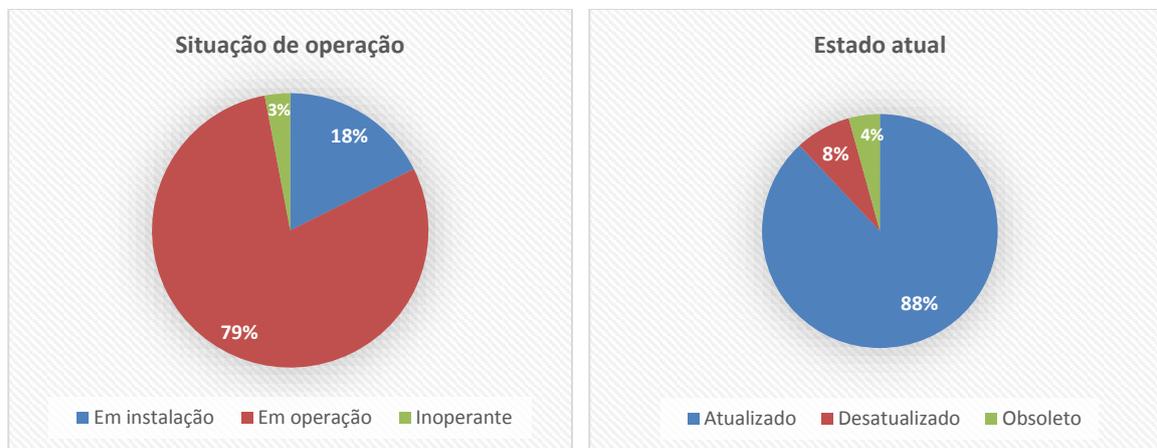
**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/ infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

O questionário utilizado na pesquisa solicitava informações detalhadas sobre os principais equipamentos existentes em cada laboratório/infraestrutura<sup>54</sup>, incluindo: tipo de equipamento; nome; classificação; especificações técnicas; ano e custo de aquisição; entidade financiadora; situação e estado atual do equipamento. Ao todo, foram mapeados 1.147 equipamentos (Tabela 18), sendo cerca de 80% pertencentes a

<sup>54</sup> Principais equipamentos de P&D e prestação de serviços técnico-científicos, com custo de aquisição igual ou superior a R\$ 100 mil (em valores de 2012), cruciais para as atividades desenvolvidas pelo laboratório/infraestrutura. O foco do levantamento eram os equipamentos mais relevantes para o laboratório/infraestrutura e não aqueles que possuem papel acessório nas atividades realizadas ou que possuem valor pouco significativo.

Laboratórios/infraestruturas de cinco instituições: INPE (259), CNPEM (216), IPEN (170), INT (130) e CDTN (125).

Gráfico 46 - Distribuição dos equipamentos de pesquisa com custo de aquisição igual ou superior a R\$ 100 mil, segundo situação de operação e estado atual dos equipamentos (2012)



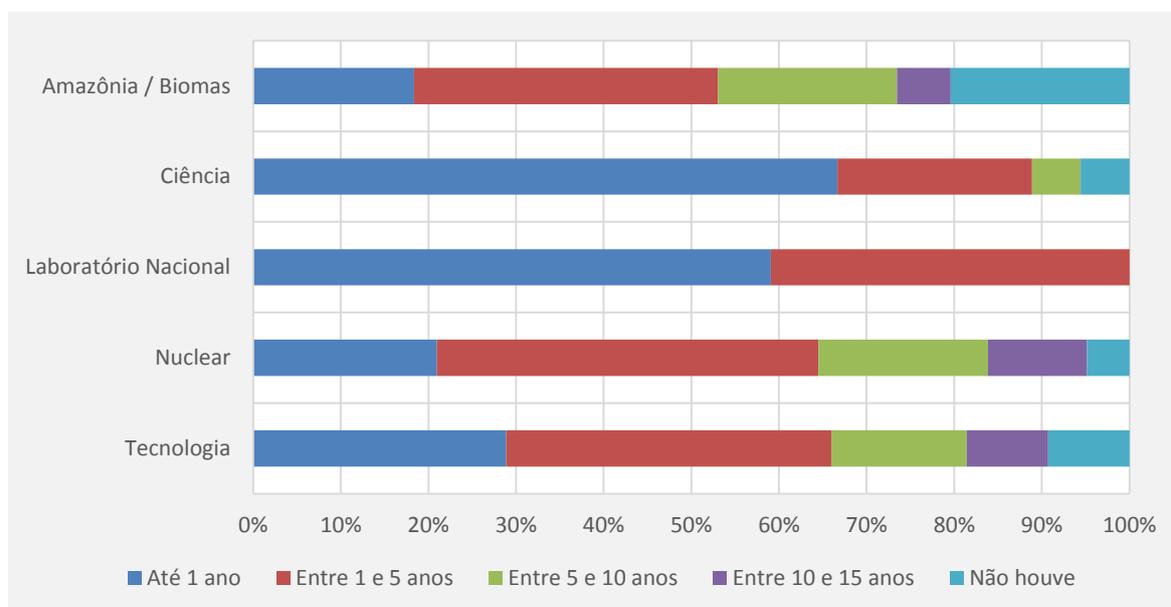
Fonte: MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/ infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

O levantamento identificou diversos tipos de equipamentos e sistemas, incluindo cromatógrafos e espectrômetros, analisadores de propriedades físico-químicas, microscópios, instrumentos bioanalíticos (analisadores, centrífugas, cintiladores, detectores, sequenciadores de DNA etc.), equipamentos de informática, geradores de radiação, telescópios, equipamentos de encapsulamento eletrônico, amplificadores, entre outros<sup>55</sup>. As informações sobre a data de aquisição dos equipamentos unitários mostram que 80% destes equipamentos foram adquiridos no período de 2000 a 2013, sendo 38% nos três últimos anos. Conforme se observa no Gráfico 46, do total de 1.147 equipamentos mapeados, 18% estavam em instalação, 79% em operação e 3% encontravam-se inoperantes. Os coordenares também indicaram que 88% dos equipamentos estavam atualizados, 8% desatualizados e 4% obsoletos. Em termos relativos, as maiores proporções de equipamentos desatualizados ou obsoletos foram encontradas em instituições com foco em Ciência e instituições da área Nuclear.

<sup>55</sup> O questionário possibilitava a classificação do equipamento ou sistema em uma das seguintes categorias: a) Cromatógrafos e Espectrômetros; b) Equipamentos de Informática; c) Instrumentos Bioanalíticos; d) Microscópios; e) Outros. Essas categorias foram empregadas em estudo realizado pela FAPESP (2007), seguindo padrão utilizado em levantamentos da *National Science Foundation* (NSF). Os dados obtidos revelaram grande variedade de equipamentos e sistemas, indicando a necessidade de se trabalhar numa classificação mais adequada, ou em classificações específicas por área do conhecimento ou setor de aplicação, tendo em vista que grande parte dos equipamentos foi classificada pelos coordenadores na categoria “Outros” ou não foi classificada nas categorias pré-estabelecidas.

Os dados coletados são consistentes com a constatação de que ocorreram investimentos significativos na recuperação, atualização e modernização da infraestrutura das instituições de pesquisa do MCTI. A maior parte do investimento realizado na aquisição de equipamentos de pesquisa foi feita com recursos das próprias instituições e do FNDCT. Em muitos casos, os aportes do governo federal foram complementados por investimentos de Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa (FAPs) e de empresas públicas e privadas. De acordo com os coordenadores, 68% das infraestruturas passaram por atualização ou modernização relevante nos últimos cinco anos (tendo por base o ano de 2012)<sup>56</sup>. Proporcionalmente, as infraestruturas dos Laboratórios Nacionais e das instituições com foco em Ciência foram as que mais se beneficiaram da modernização realizada no período recente (Gráfico 47).

**Gráfico 47 - Período de tempo em que ocorreu a última recuperação ou modernização das infraestruturas de pesquisa por grupo de instituições (2012)**



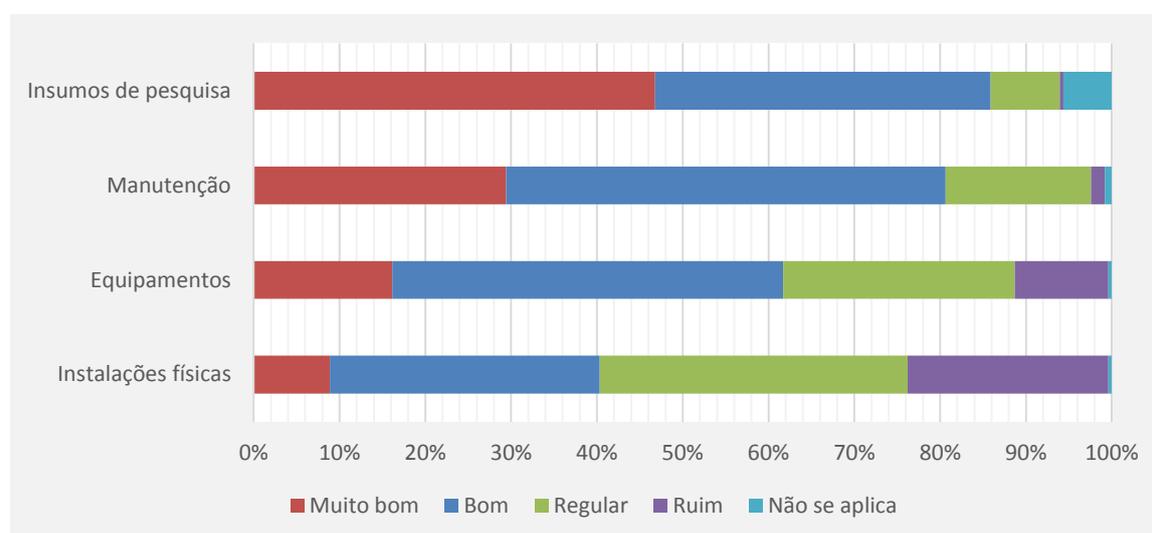
**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

O questionário também solicitava que os coordenadores avaliassem as condições atuais de operação da infraestrutura segundo categorias pré-definidas (Gráfico 48). Verificou-se que, apesar do recente ciclo de investimentos governamentais, a maioria dos coordenadores (59%) avaliou de forma negativa as instalações físicas das infraestruturas e 38% consideraram a situação dos equipamentos como regular ou ruim. Em termos relativos,

<sup>56</sup> O questionário solicitava que o coordenador indicasse o período da última modernização, atualização ou recuperação do laboratório/infraestrutura, com custo equivalente a pelo menos 10% de seu valor global.

as situações mais críticas foram relatadas em infraestruturas de instituições com foco na Amazônia. Por outro lado, a obtenção dos insumos necessários para a operação do laboratório/infraestrutura foi avaliada de forma positiva (como muito bom ou bom) por 85% dos coordenadores. As condições de manutenção da infraestrutura também foram relativamente bem avaliadas, embora quase 20% tenha considerado esse quesito como regular ou ruim. De modo geral, os dados indicam a necessidade de se dar continuidade aos investimentos na recuperação das instalações físicas e modernização da infraestrutura científica e tecnológica dessas instituições.

**Gráfico 48 - Avaliação dos coordenadores sobre as condições atuais de operação das infraestruturas pesquisadas (2012)**



**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/ infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

Durante o processo de elaboração do questionário, e nas visitas técnicas às instituições, constatou-se grande dificuldade dos coordenadores em realizar uma estimativa precisa do total de receitas e custos operacionais de cada laboratório/infraestrutura. Isso ocorre porque, em muitos casos, a maior parte das receitas e despesas é gerenciada por unidades administrativas ou pela administração central da instituição. A solução encontrada pela equipe responsável pelo mapeamento foi trabalhar com faixas de valor para facilitar a estimativa dos coordenadores. Mesmo assim, uma proporção significativa não soube estimar o total de receitas (40,3%) e de custos operacionais (10,9%) da infraestrutura. Essa constatação aponta para sério problema de gestão pois, idealmente, os coordenadores deveriam conhecer em detalhes receitas e custos do laboratório/infraestrutura sob sua responsabilidade. Nesse sentido, seria importante que as infraestruturas, sobretudo as de

maior porte, fossem tratadas como centros de custos dentro das instituições, permitindo o estabelecimento de estratégias para melhoria da eficiência de sua operação.

**Tabela 19 - Número de infraestruturas pesquisadas por grupo de instituições, segundo faixa de valor do custo operacional global estimado da infraestrutura (2012)**

Custo operacional global estimado da infraestrutura	Infraestruturas por grupos de instituições					TOTAL	%
	Amazônia / Biomás	Ciência	Laboratório Nacional	Nuclear	Tecnologia		
Até R\$ 50 mil	15	7	2	18	41	83	33,5%
(R\$ 50 mil a R\$ 100 mil]	12	2	1	7	17	39	15,7%
(R\$ 100 mil a R\$ 150 mil]	3	0	0	3	3	9	3,6%
(R\$ 150 mil a R\$ 200 mil]	5	0	0	0	4	9	3,6%
(R\$ 200 mil a R\$ 300 mil]	3	1	2	1	3	10	4,0%
(R\$ 300 mil a R\$ 500 mil]	3	4	5	8	5	25	10,1%
(R\$ 500 mil a R\$ 750 mil]	1	0	3	7	3	14	5,6%
(R\$ 750 mil a R\$ 1 milhão]	0	0	3	4	4	11	4,4%
(R\$ 1 milhão a R\$ 2 milhões]	1	1	1	2	8	13	5,2%
(R\$ 2 milhões a R\$ 5 milhões]	0	0	0	3	1	4	1,6%
Acima de R\$ 5 milhões	0	0	2	1	1	4	1,6%
Não é possível estimar	6	3	3	8	7	27	10,9%
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>18</b>	<b>22</b>	<b>62</b>	<b>97</b>	<b>248</b>	<b>100%</b>

Fonte: MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

A Tabela 19 apresenta a distribuição das infraestruturas pesquisadas por grupos de instituições segundo faixa de valor de seu custo operacional global em 2012. Quase a metade das infraestruturas possuíam custo operacional anual relativamente baixo (de até R\$ 100 mil), porém havia uma proporção significativa de infraestruturas com custo estimado nas faixas intermediárias de valor (acima de R\$ 300 mil até R\$ 1 milhão). Por outro lado, 21 laboratórios/ infraestruturas possuíam custo operacional anual acima de R\$ 1 milhão e, deste total, quatro apresentavam custo superior a R\$ 5 milhões. De modo geral, os itens de maior impacto no custo operacional são as despesas com pessoal, seguidas pelas despesas com manutenção e com aquisição de insumos.

A Tabela 20 mostra os recursos recebidos pelos laboratórios/infraestruturas para projetos e investimentos (Capital) em 2012, excluindo aqueles destinados ao custeio de despesas ordinárias, por grupos de instituições e segundo fonte de financiamento. Das 248 infraestruturas pesquisadas, 198 (80%) obtiveram recursos para projetos de pesquisa ou para investimentos em infraestrutura física e laboratorial. Em conjunto, essas infraestruturas receberam R\$ 372,26 milhões, principalmente da própria instituição (52,19%), Finep (15,20%), FAPs (7,34%), Petrobrás (5,85%) e CNPq (5,81%). A mobilização de recursos

para projetos específicos ou investimento revela, pelo menos em parte, singularidades na interação dos laboratórios/infraestruturas com diversos atores do SNCTI.

**Tabela 20 - Recursos recebidos pelas infraestruturas pesquisadas para projetos e investimento por grupo de instituições, segundo fonte de receita (2012)**

Fontes de receita	Recursos recebidos para projetos/investimento por grupos de instituições (em R\$ mil)					TOTAL	%
	Amazônia / Biomás	Ciência	Laboratório Nacional	Nuclear	Tecnologia		
<b>Capes</b>	519,11	485,68	53,00	1.222,00	418,40	<b>2.698,19</b>	<b>0,72%</b>
<b>CNPq</b>	3.478,99	2.955,00	3.039,18	2.111,65	10.054,48	<b>21.639,29</b>	<b>5,81%</b>
<b>Empresa privada</b>	0,00	20,00	961,36	0,00	4.730,00	<b>5.711,36</b>	<b>1,53%</b>
<b>Finep</b>	1.290,00	17.900,00	750,00	8.191,85	28.469,36	<b>56.601,21</b>	<b>15,20%</b>
<b>FAP</b>	2.131,52	4.537,20	7.090,62	3.821,49	9.728,57	<b>27.309,40</b>	<b>7,34%</b>
<b>Orçamento da instituição</b>	2.923,25	5.708,00	69.128,85	96.360,62	20.165,66	<b>194.286,38</b>	<b>52,19%</b>
<b>Outra empresa pública</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	2.860,00	<b>2.860,00</b>	<b>0,77%</b>
<b>Outra instituição pública</b>	106,00	0,00	0,00	274,00	5.280,00	<b>5.660,00</b>	<b>1,52%</b>
<b>Petrobrás</b>	620,00	0,00	0,00	4.530,00	16.627,97	<b>21.777,97</b>	<b>5,85%</b>
<b>Prestação de serviços</b>	0,00	60,00	85,61	1.428,25	14.001,71	<b>15.575,57</b>	<b>4,18%</b>
<b>Outra fonte</b>	732,80	1.695,10	8.193,72	1.435,91	6.087,71	<b>18.145,24</b>	<b>4,87%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11.801,67</b>	<b>33.360,98</b>	<b>89.302,33</b>	<b>119.375,78</b>	<b>118.423,84</b>	<b>372.264,60</b>	<b>100%</b>

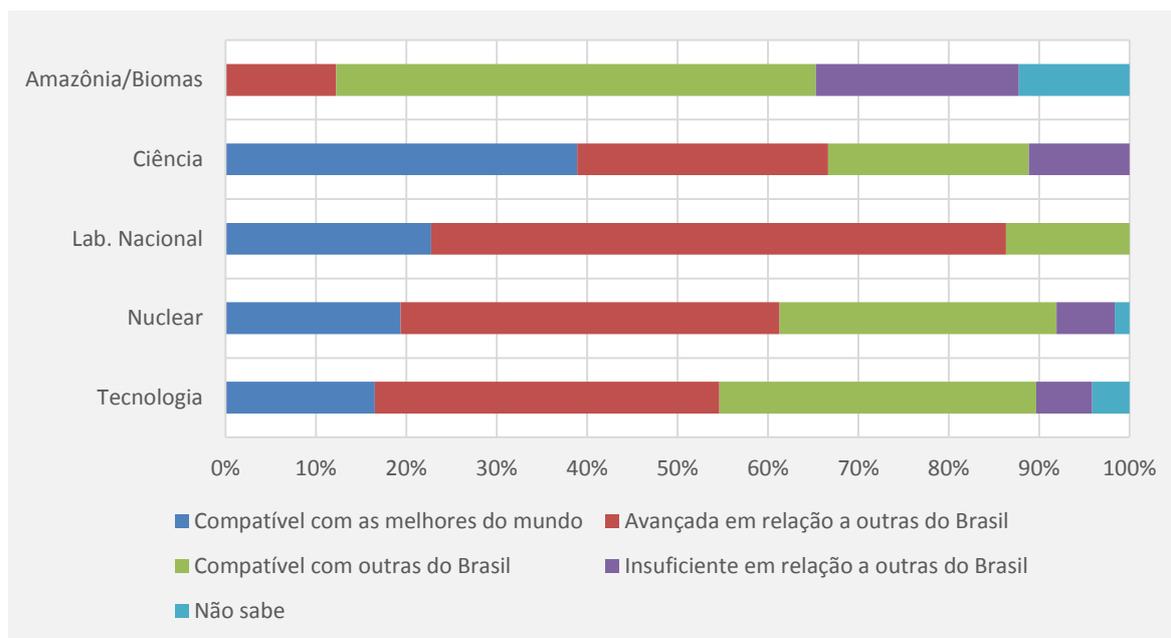
Fonte: MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

Nesse sentido, observam-se diferenças significativas nas matrizes de financiamento entre os grupos de instituições. As infraestruturas das instituições com foco na Amazônia/Biomás e com foco em Ciência foram mais financiadas por agências federais e estaduais de fomento, com menor participação de suas respectivas instituições e de outras fontes. Por outro lado, as infraestruturas dos Laboratórios Nacionais e da área nuclear receberam cerca de 80% dos recursos das próprias instituições. Já as infraestruturas das instituições com foco em Tecnologia captaram recursos em diversas fontes, incluindo agências de fomento, empresas públicas e privadas (com participação expressiva da Petrobrás) e também por meio da prestação de serviços técnico-científicos. De modo geral, verifica-se que as infraestruturas com atuação em áreas próximas da ciência básica e aplicada são mais dependentes de fontes públicas de financiamento, enquanto as infraestruturas com perfil tecnológico conseguem complementar os recursos públicos com a captação de recursos privados e a geração de receitas próprias.

O questionário solicitava que coordenador classificasse a capacidade técnica da infraestrutura, em relação a outras do gênero existentes no Brasil e no Exterior, em uma das seguintes categorias: (i) avançada e compatível com as melhores infraestruturas do gênero

no Exterior; (ii) avançada em relação aos padrões brasileiros, mas ainda distante das melhores infraestruturas do gênero no Exterior; (iii) adequada e compatível com a observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil; (iv) insuficiente em relação à observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil; (v) não sabe.

**Gráfico 49 - Avaliação dos coordenadores sobre a capacidade técnica das infraestruturas em relação a outras infraestruturas do gênero no Brasil e no Exterior, por grupo de instituições (2012)**



**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

As informações coletadas indicam que, em geral, as instituições de pesquisa do MCTI possuem infraestrutura avançada para os padrões brasileiros. De acordo com os coordenadores, em 2012, mais da metade das infraestruturas pesquisadas possuíam capacidade técnica compatível com as melhores infraestruturas do gênero no Exterior (16%) ou avançada em relação a outras existentes no Brasil (36%). Por outro lado, 86 infraestruturas (35%) apresentavam capacidade técnica semelhante a outros laboratórios brasileiros e apenas 23 (9%) estavam defasadas em relação ao padrão observado em infraestruturas congêneres no País. Os dados agregados, porém, escondem diferenças significativas entre as infraestruturas dos diversos grupos de instituições.

O Gráfico 49 mostra que 86% das infraestruturas dos Laboratórios Nacionais possuíam capacidade técnica compatível com as melhores infraestruturas do gênero ou avançada para os padrões brasileiros e que mais de 65% dos laboratórios/infraestruturas das instituições com foco em Ciência também se enquadravam nestas categorias. Em termos

relativos, o último grupo contava com a maior proporção de infraestruturas compatíveis com as melhores do mundo (39%), embora apresentasse percentual significativo de laboratórios com capacidade técnica insuficiente (11%). As instituições das áreas nuclear e tecnológica foram caracterizadas com perfis relativamente próximos, com percentual elevado de infraestruturas compatíveis com as melhores do mundo ou avançadas para os padrões brasileiros, cerca de 30% compatíveis com outras infraestruturas do País e 6% com capacidade insuficiente. Contrastando com os demais grupos, apenas 11% das infraestruturas de instituições com foco na Amazônia/Biomas foram avaliadas como avançadas em relação aos padrões brasileiros. Esse grupo também reunia o maior percentual (22%) de laboratórios com capacidade técnica insuficiente em relação a outras infraestruturas do gênero existentes no País.

**Tabela 21 - Principais atividades desenvolvidas pelas infraestruturas pesquisadas (2012)**

Atividades desenvolvidas pelas infraestruturas	Intensidade do Uso				TOTAL	%
	Contínuo	Alguns dias da semana	Alguns dias do mês	Esporádico		
Atividades de pesquisa	186	25	7	8	226	96%
Atividades de ensino	65	34	35	55	189	80%
Desenvolvimento de tecnologias	90	20	17	39	166	70%
Prestação de serviços	40	15	18	71	144	61%
Atividades de extensão	13	4	15	54	86	36%
Outras	14	0	0	2	16	7%

**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor. Nota: das 248 infraestruturas pesquisadas, apenas 236 responderam essa questão, assinalando pelo menos uma das atividades listadas.

A Tabela 21 apresenta as principais atividades desenvolvidas pelas infraestruturas pesquisadas no ano de 2012. Como esperado, os dados mostram que o principal foco dessas infraestruturas é a realização de pesquisas científicas e tecnológicas. Das 236 infraestruturas que responderam essa questão, 226 (96%) desenvolveram atividades de pesquisa, sendo que 186 o fizeram de forma contínua. De modo geral, a maioria das infraestruturas também realizou atividades de ensino (80%), desenvolvimento tecnológico (70%) e prestação de serviços técnico-científicos (61%). Com menor intensidade, 36% das infraestruturas desenvolveram atividades de extensão tecnológica.

A produção científica das instituições de pesquisa do MCTI apresentou crescimento expressivo nos últimos anos. De acordo com Ciloni e Berbert, no período de 2003 a 2012, embora o total de pesquisadores nas Unidades de Pesquisa (UPs) do Ministério tenha se reduzido, o número de publicações dessas instituições em periódicos nacionais e

internacionais quase dobrou, passando de 2.057 para 3.994 publicações anuais. Em regra, sua produção científica tem sido superior à média brasileira. Em 2010, o índice de publicações dessas instituições em periódicos indexados pelo *Science Citation Index (SCI)* era de 0,61 publicação/pesquisador, enquanto a média nacional alcançou 0,32 publicação/pesquisador. Em 2012, o índice das UPs havia aumentado para 0,82 publicação/pesquisador, denotando sensível melhoria em relação aos anos anteriores. Vale notar que, de acordo com *ranking* da Scimago para o período 2007-2011 (*SCImago Institutions Rankings*), cinco instituições do MCTI se destacavam entre os dez institutos de pesquisa mais produtivos do país - CBPF (1º), IMPA (2º), LNCC, INPE e INPA (Ciloni; Berbert, 2013, p. 89-92).

Como visto no capítulo anterior, um dos principais desafios do Brasil é ampliar substancialmente sua capacidade de desenvolvimento de novos produtos, processos e serviços. Nos países tecnologicamente avançados, embora as empresas sejam as principais responsáveis pelos processos de inovação, as instituições de pesquisa também cumprem importante papel nessa área, isoladamente ou em cooperação com outras instituições e empresas. A história mostra que a maioria das inovações que alteraram o estilo de vida contemporâneo - em campos como microeletrônica, informática, fármacos, aeroespacial, biotecnologia etc. - se tornou possível graças a investimentos públicos de longo prazo em pesquisa básica e aplicada. Não por acaso, os principais avanços tecnológicos alcançados pelo Brasil foram resultado de investimentos realizados por instituições governamentais, como atestam os exemplos amplamente conhecidos nas áreas agropecuária (Embrapa), aeronáutica (Embraer/ITA), exploração de petróleo em águas profundas (Petrobrás) e saúde (Fiocruz).

Ao longo de sua história, as instituições de pesquisa do MCTI também fizeram importantes contribuições para o desenvolvimento tecnológico nacional nas áreas de energia, informática, aeroespacial, climática, mineral, industrial, médica, entre outras. Como exemplos, figuram a criação da urna eletrônica (CenPRA/INPE), do álcool combustível (INT), do biodiesel (INT/Cetene) e do bioetanol (Cetene/CNPEM). Na maioria dos casos, além da existência de pesquisadores e tecnólogos altamente qualificados, o desenvolvimento de novas tecnologias esteve associado à criação de instalações específicas de P&D. Os dados coletados na pesquisa corroboram a importância da infraestrutura das instituições de pesquisa do MCTI para o desenvolvimento tecnológico. Entre as instituições com foco em Tecnologia, mais de 80% dos laboratórios/infraestruturas realizaram atividades

de desenvolvimento de tecnologias em 2012. Além disso, cerca de 40% das infraestruturas da área nuclear e das instituições com foco em Ciência foram utilizadas regularmente para esse tipo de atividade (uso contínuo ou alguns dias da semana).

Indicadores sobre as Unidades de Pesquisa (UPs) do MCTI, elaborados pela Subsecretaria de Coordenação das Unidades de Pesquisa (Scup/MCTI), mostram que o desempenho tecnológico dessas instituições cresceu muito no período recente. De 2003 a 2012, o total de Processos e Técnicas Desenvolvidos (PcTD) por ano pelas UPs aumentou 174,4%, passando de 473 para 1.298 protótipos, softwares ou processos. A melhoria do desempenho tecnológico das instituições se refletiu em seus pedidos de propriedade intelectual. No período de 2000 a 2004, as UPs formalizaram 35 depósitos de pedidos de patentes de invenção, modelo de utilidade ou certificado de adição junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi). Entre 2005 e 2012, após a promulgação da Lei de Inovação, essas instituições depositaram 198 pedidos de proteção nestas modalidades no escritório brasileiro, mais que cinco vezes o total alcançado no período anterior (CILONI; BERBERT, 2013, p. 92-94).

**Gráfico 50 - Número e percentual de infraestruturas que prestaram serviços técnico-científicos e de infraestruturas que atenderam empresas com esses serviços (2012)**



**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor. Nota: dados obtidos a partir das respostas dadas ao item do questionário que tratava dos tipos de serviços prestados pelas infraestruturas.

O estudo também revelou que as instituições de pesquisa do MCTI desempenham um importante papel de prestação de serviços científicos e tecnológicos para diferentes atores do SNCTI. Para aprofundar essa questão, foram levantadas informações específicas sobre os tipos de serviços realizados por essas instituições. Conforme apresentado no Gráfico 50, 192 laboratórios/infraestruturas declararam ter prestado algum tipo de serviço técnico-

científico em 2012, representando 77% da amostra analisada, sendo que 46% das infraestruturas atenderam empresas com esses serviços<sup>57</sup>.

Na etapa piloto da pesquisa, foram mapeadas as empresas atendidas pelos laboratórios e infraestruturas das instituições do MCTI. Verificou-se que, em 2011, 14 instituições prestaram serviços para 715 empresas e que poucos laboratórios foram responsáveis por grande parte dos atendimentos realizados, com destaque para a atuação do LIT/INPE, do CDTN e do INT. O cruzamento das informações obtidas com a base de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) revelou que foram contempladas sobretudo empresas localizadas na região Sudeste e com menos de cem funcionários. Entre os setores de atividades das empresas atendidas destacaram-se alguns ramos da indústria de transformação (equipamentos de informática, eletrônicos e óticos; automotivo; máquinas, aparelhos e materiais elétricos; químico; máquinas e equipamentos) e do setor de serviços (atividades de comércio; arquitetura e engenharia; atenção à saúde) (DE NEGRI, F.; RIBEIRO, P., 2013).

Os dados coletados não corroboram a percepção, presente no senso comum, de que as instituições de pesquisa interagem pouco com as empresas no Brasil. O estudo realizado pelo Ipea com uma amostra de 1.760 laboratórios e infraestruturas de 130 ICTs brasileiras aponta para o mesmo diagnóstico (DE NEGRI, F.; SQUEFF, 2016). O fato a ser destacado é que o nível de interação universidade-empresa depende de uma série de fatores, incluindo o foco de atuação das instituições, o porte e as singularidades das instalações de pesquisa existentes, o desenvolvimento de programas mobilizadores e projetos cooperativos estratégicos, as características das empresas e setores de atividade atendidos pelas instituições, entre outros aspectos.

A Tabela 22 detalha os serviços técnico-científicos prestados pelas infraestruturas pesquisadas por grupo de clientes. Os dados mostram que os principais clientes são pesquisadores e empresas e, em terceiro lugar, outras instituições governamentais. A atuação dos laboratórios concentra-se na área de Tecnologia Industrial Básica (TIB), que engloba os

---

<sup>57</sup>Para a coleta de informações, definiu-se serviço técnico-científico como sendo a “prestação de serviço tecnológico, de pesquisa ou de apoio à inovação por meio de instrumento formal (acordo/convênio) ou mediante remuneração”. O total de infraestruturas que declararam ter prestado algum serviço técnico-científico foi superior ao identificado na questão relativa ao conjunto de atividades desenvolvidas pelos laboratórios/infraestruturas. A divergência entre os dados está relacionada, em parte, com o menor número de respondentes da questão anterior. Acredita-se também que, ao possibilitar a identificação dos diferentes tipos de serviços prestados, o formato da segunda questão permitiu a coleta de informações mais fidedignas sobre essa modalidade de atuação das infraestruturas.

serviços de metrologia, ensaios e testes (incluindo análise de propriedades físico-químicas e análise de materiais), calibração e certificação. Também foram frequentes alguns serviços relacionados ao processo de inovação, como elaboração e testes de protótipos e desenvolvimento de novos produtos e processos. Além disso, os laboratórios atuam fortemente na realização de consultorias técnico-científicas e, com menor intensidade, na prestação de serviços ambientais. Por outro lado, chama a atenção a baixa frequência de serviços de escalonamento (*scale up*), fundamentais na transferência das tecnologias desenvolvidas no laboratório para o processo produtivo das empresas.

**Tabela 22 - Serviços técnico-científicos prestados pelas infraestruturas pesquisadas por grupo de clientes, segundo tipo de serviço (2012)**

Serviços técnico-científicos	Empresas	Pesquisadores	Governo	Outro
Ensaio e testes	173	189	136	57
Consultoria e assessoria técnico-científicas	156	170	127	60
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos	108	123	88	31
Análise de propriedades físico-químicas	106	113	85	29
Análise de materiais	104	116	72	35
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos	85	85	62	33
Serviços ambientais	49	57	43	14
Elaboração e testes de protótipos	48	59	42	12
Informação tecnológica	40	51	37	17
Calibração	39	46	32	13
Metrologia	35	35	32	12
Outros	24	36	27	26
Inspeção	19	20	17	9
Manutenção de equipamentos científicos	15	28	13	8
Exames laboratoriais	15	24	14	9
Certificação	15	16	12	11
<i>Scale up</i> (escalonamento)	13	13	9	2
Acesso a banco de células, microrganismos etc.	4	6	4	2

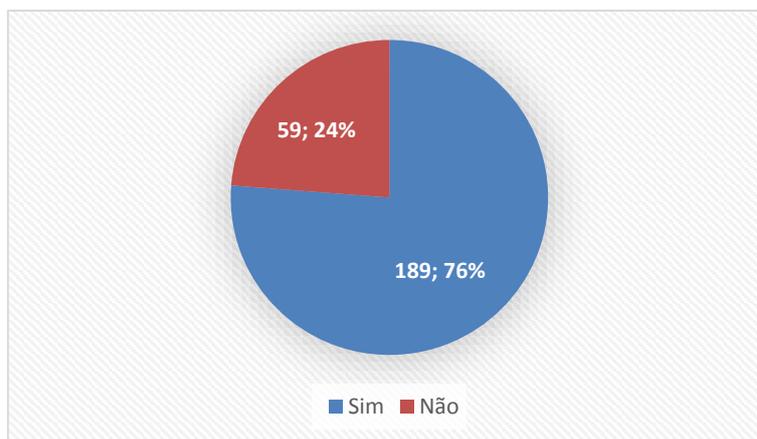
**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

Muitas instituições de pesquisa do MCTI abrigam laboratórios e infraestruturas de referência em suas áreas de atuação, com instalações e equipamentos singulares, que atendem a demanda da comunidade científica e tecnológica nacional por ensaios e experimentos, fornecimento de dados primários, produção de materiais e insumos específicos, desenvolvimento de produtos e processos etc. O estudo mostra que a grande maioria das infraestruturas é multiusuária e aberta à utilização por usuários externos<sup>58</sup>. Do total de 248 laboratórios/infraestruturas pesquisados, 189 (76%) se declararam acessíveis a

<sup>58</sup> Os usuários externos foram definidos como “*todos usuários que não fazem parte da equipe permanente da infraestrutura, incluindo aqueles vinculados à mesma instituição*”. Assim, entende-se por “usuário externo” o pesquisador, tecnólogo ou estudante que não integra a equipe técnico-científica da infraestrutura e utilizou suas instalações, equipamentos ou serviços no ano de referência (ano-base).

usuários externos e 59 (24%) eram utilizados somente pelos membros de sua equipe técnico-científica (Gráfico 51). Essa é uma característica que distingue as instituições do MCTI pois, de modo geral, o compartilhamento de instalações e equipamentos de pesquisa ainda é incipiente na cultura presente nas universidades e em outras instituições do SNCTI.

**Gráfico 51 - Número de infraestruturas abertas à utilização por usuários externos (2012)**



**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/ infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

As políticas de acesso às instalações de P&D variam bastante. Na maioria dos casos, a utilização por usuários de outras instituições é precedida pela formalização de acordos, contratos ou convênios com a instituição de vínculo do Laboratório/Infraestrutura. Geralmente, o uso depende de solicitação prévia ao coordenador e da aderência do projeto às linhas de pesquisa desenvolvidas pela infraestrutura. Outro critério relevante, apontado por mais de 40% dos coordenadores, é o estabelecimento de parcerias com a equipe técnico-científica. Além disso, cerca de um terço das infraestruturas se declararam abertas para fins didáticos. Algumas adotam procedimentos mais robustos, incluindo análise prévia da viabilidade técnica do projeto e, com menor frequência, avaliação por comissões de especialistas. Outras não possuem políticas formais de acesso e empregam procedimentos informais, como o contato direto com os pesquisadores responsáveis pelo laboratório.

Em conjunto, os 189 laboratórios e infraestruturas abertos atenderam 6.758 usuários externos em 2012, sendo 6.269 do Brasil (92,8%) e 489 do Exterior (7,2%). A Tabela 23 apresenta a distribuição desses usuários por grupo de instituições e tipo de usuário. Observa-se que, além de sua equipe técnico-científica, as infraestruturas foram utilizadas principalmente por alunos de pós-graduação (35%) e pesquisadores de outras instituições (26%). Porém, também receberam quantidades significativas de pesquisadores da própria

instituição, alunos de graduação e pesquisadores de empresas. Por outro lado, verifica-se que os Laboratórios Nacionais e as infraestruturas das áreas nuclear e tecnológica concentraram grande parte do total de usuários atendidos. Também é possível identificar diferenças entre os públicos dos diversos grupos de instituições. As instituições com foco em Tecnologia, por exemplo, foram responsáveis por 85% do total de pesquisadores de empresas, enquanto os Laboratórios Nacionais receberam maior quantidade de alunos de pós-graduação e pesquisadores de outras instituições.

**Tabela 23 - Número de usuários externos das infraestruturas pesquisadas por grupo de instituições, segundo tipo de usuário (2012)**

Tipo de usuário externo	Número de usuários por grupo de instituições					TOTAL	(%)
	Amazônia / Biomás	Ciência	Laboratório Nacional	Nuclear	Tecnologia		
Pesquisadores da mesma instituição	130	75	174	371	289	<b>1.039</b>	<b>15%</b>
Pesquisadores de outras instituições	167	104	750	350	356	<b>1.727</b>	<b>26%</b>
Alunos de pós-graduação	175	148	1.021	595	403	<b>2.342</b>	<b>35%</b>
Alunos de graduação	138	56	203	246	222	<b>865</b>	<b>13%</b>
Pesquisadores de empresas	9	10	7	91	668	<b>785</b>	<b>12%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>619</b>	<b>393</b>	<b>2.155</b>	<b>1.653</b>	<b>1.938</b>	<b>6.758</b>	<b>100%</b>

Fonte: MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/ infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor.

Como esperado, as formas de utilização dos laboratórios/infraestruturas por usuários externos também são muito variadas. Geralmente, é preciso agendar a utilização com antecedência. Nas situações mais frequentes, a equipe técnico-científica executa o ensaio/experimento ou pelo menos supervisiona sua execução. Mais de um terço das infraestruturas exigem treinamento prévio do usuário e em apenas 20% delas, ele realiza sozinho o procedimento. Em muitos casos, os resultados são disponibilizados posteriormente aos usuários. Também foram relativamente frequentes as situações em que o usuário fornece os insumos para a realização dos ensaios/experimentos (28%) ou que exigem a assinatura de termo de responsabilidade ou confidencialidade (26%).

Outra informação relevante coletada no levantamento diz respeito à importância das atividades de cooperação para os laboratórios e infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI. Como defendido nos capítulos anteriores, a intensidade da interação entre diferentes atores e instituições é um dos principais elementos que caracterizam o nível de desenvolvimento dos sistemas nacionais de ciência, tecnologia e inovação. De modo geral, quanto maior a interação entre os atores, mais dinâmico e desenvolvido torna-se o sistema. Por outro lado, a cooperação internacional vem exercendo papel cada vez mais decisivo em

diversos campos científicos e tecnológicos, especialmente nas áreas que atuam na fronteira do conhecimento. As instituições líderes mundiais participam de grandes projetos internacionais e estimulam crescentemente parcerias de seus laboratórios e pesquisadores com instituições, pesquisadores e empresas de outros países.

**Tabela 24 - Número de infraestruturas que realizavam atividades de cooperação, segundo tipo e localização das instituições parceiras (2012)**

Tipo de cooperação	Grau de importância			TOTAL	(%) <sup>1</sup>
	Alto	Médio	Baixo		
Cooperação com outras instituições de pesquisa no Brasil	108	27	83	218	95%
Cooperação com outras instituições de pesquisa no Exterior	56	48	57	161	70%
Cooperação com empresas no Brasil	51	40	44	135	59%
Cooperação com empresas no Exterior	10	47	11	68	30%
Participação em projetos de cooperação apoiados por agências de fomento brasileiras	123	20	53	196	85%
Participação em projetos de cooperação apoiados por agências de fomento internacionais	17	36	28	81	35%
Outro	7	1	3	11	5%

**Fonte:** MCTI/CNPq/Ipea, a partir de questionários respondidos pelos coordenadores de laboratórios/ infraestruturas das instituições de pesquisa do MCTI por meio da Plataforma Lattes. Elaboração do autor. Nota: 1) das 248 infraestruturas pesquisadas, apenas 230 responderam essa questão. Percentual calculado com base no total de respondentes.

A Tabela 24 apresenta o número de infraestruturas que realizavam atividades de cooperação em 2012, segundo tipo e localização das instituições parceiras<sup>59</sup>. Observa-se que, entre as 230 infraestruturas que responderam essa questão, 218 (95%) tinham algum tipo de cooperação com outras instituições de pesquisa no Brasil e, destas, 108 atribuíram alto grau de importância para essa atividade. Além disso, 196 infraestruturas (85%) participavam de projetos cooperativos apoiados por agências de fomento brasileiras e 123 (49,5%) consideraram essa participação muito relevante. Quase 60% dos laboratórios/infraestruturas também cooperavam com empresas no País, embora o grau de importância atribuído para esse tipo de cooperação fosse menor. Os dados mostram, portanto, que os laboratórios/infraestruturas são fundamentais para as atividades de cooperação desenvolvidas pelas instituições e que estas estão atuando conjuntamente com outros atores e instituições que integram o SNCTI.

O estudo revela que muitos laboratórios/infraestruturas também desenvolviam atividades de cooperação com a participação de instituições, empresas ou agências de fomento estrangeiras. Os casos mais comuns foram de cooperação com outras instituições

<sup>59</sup> Os coordenadores deveriam considerar apenas as atividades formalizadas pelas instituições “por meio de contratos, convênios ou acordos de cooperação”.

de pesquisa no exterior, reportados por 161 infraestruturas (70%). Com menor frequência, 81 infraestruturas (35%) participavam de projetos cooperativos apoiados por agências de fomento internacionais e 68 (30%) realizavam algum tipo de cooperação com empresas no exterior. De modo geral, o grau de importância atribuído pelos coordenadores para estas atividades não foi elevado, prevalecendo as avaliações de média importância para as cooperações com agências de fomento e empresas estrangeiras. Observa-se que, para alcançarem padrão de excelência e se tornarem referência mundial em suas áreas de atuação, as instituições precisam avançar mais na internacionalização de suas atividades.

O estudo mostra que, de modo geral, as instituições pesquisadas possuem infraestrutura de pesquisa moderna e atualizada, contam com corpo técnico-científico altamente qualificado, atuam em áreas estratégicas para o desenvolvimento científico e tecnológico nacional e realizam atividades regulares de pesquisa básica, aplicada, desenvolvimento de novas tecnologias e prestação de serviços. Observou-se também que, no período em análise, a infraestrutura de pesquisa de tais instituições foi utilizada por um número expressivo de usuários externos da própria instituição ou de outras instituições e empresas. Além disso, destaca-se a importância dessa infraestrutura para a realização de atividades de cooperação pelas instituições. Por outro lado, a avaliação realizada pelos coordenadores indica que o Ministério deve dar continuidade à política de recuperação, modernização e ampliação da infraestrutura de suas instituições de pesquisa. Ademais, aponta para necessidade urgente de recomposição e ampliação do quadro de pesquisadores dessas instituições.

Verificou-se também que as instituições de pesquisa do MCTI são bastante heterogêneas. Nesse sentido, a classificação por grupos de instituições, reunidas segundo sua missão ou principal foco institucional, mostrou-se útil ao revelar a existência de singularidades que precisam ser observadas na formulação de políticas específicas para tais instituições. A pesquisa mostra que, se forem dadas condições para essas instituições exercerem efetivamente todo o seu potencial, dependendo de suas respectivas missões e características institucionais, elas podem desempenhar múltiplos e diferenciados papéis no amadurecimento do SNCTI e, conseqüentemente, no desenvolvimento sustentável do País.

## 5 Conclusão

As mudanças sociais ocorridas nas últimas décadas parecem assinalar um movimento de esgotamento de importantes instituições e valores da modernidade. As transformações advindas da nova revolução científica e tecnológica e da crise do industrialismo, da internacionalização do Capital, dos processos de reestruturação produtiva e de flexibilização das relações de trabalho, entre outros fatores, reconfiguraram a face do mundo no final do Século XX e início deste século, sinalizando o que se convencionou denominar como “crise da modernidade”. No entanto, a questão de saber até que ponto essas transformações podem realmente levar a uma emancipação em relação à modernidade está longe de ser esclarecida, pois as tendências que atuam no mundo contemporâneo, e o estágio atual de nossos conhecimentos, não permitem fazer previsões dessa natureza para um futuro próximo.

Na realidade, o capitalismo moderno, revestido ou não de sua forma globalizada, tem conseguido sobreviver excepcionalmente às crises e adversidades, mantendo e ampliando a dominação do homem pelo homem. O processo atual de globalização, a transição para um modo de desenvolvimento assentado nas tecnologias de informação e as transformações no mundo do trabalho têm levado a criação de zonas de inclusão e exclusão social em diversos países e localidades, inclusive em regiões inteiras do planeta. A história contemporânea da humanidade tem caminhado em direção a um aumento das desigualdades sociais entre indivíduos, populações, países e regiões, em diversos lugares do mundo, de diferentes maneiras. Esse processo está redesenhando a configuração geopolítica da modernidade, através da criação de blocos econômicos que ocupam uma posição hegemônica no interior da nova ordem mundial.

A modernidade ainda não se esgotou, sendo possível afirmar, ao contrário, que o mundo vivencia um período em que suas consequências se tornaram mais radicalizadas do que antes. Pode-se falar, com certeza, da crise do industrialismo e da emergência de um novo modo de desenvolvimento, especialmente nos países de capitalismo avançado. A emancipação em relação à modernidade depende de um nível de transformação mais profundo, que corresponde a superação histórica do modo de produção capitalista. Para que isso pudesse ocorrer, seria necessário um reordenamento significativo dos modos de pensamento e das condutas dos homens. Pode-se supor que o caminho a ser seguido passe, necessariamente, pelo aprofundamento da democracia e pela reinvenção do Estado como agente capaz de reduzir as desigualdades sociais.

No contexto contemporâneo, uma parte significativa da economia mundial envolve atividades baseadas em conhecimento e alto conteúdo tecnológico. Da mesma forma, a vida da maioria das pessoas nas metrópoles urbanas depende cada dia mais de novos conhecimentos e tecnologias - tecnologias da informação e comunicação, nanotecnologia, biotecnologia, energias renováveis, tecnologias espaciais etc. Por isso, muitos autores utilizam o conceito de “sociedade do conhecimento” para descrever a dinâmica atual de transformação econômica, social e política que se apoia fortemente em atividades intensivas em conhecimento. Em sua dimensão econômica, a mudança social em curso envolve a crescente geração de riquezas a partir de produtos, processos e serviços com grande conteúdo científico e tecnológico. No campo social, implica na ampla difusão de novos conhecimentos e produtos que interferem diretamente na vida das pessoas. Na esfera política, inclui a adoção de políticas voltadas para o desenvolvimento endógeno de novos conhecimentos e tecnologias pelos principais países do mundo.

No “longo do Século XX”, foram se acumulando grandes diferenças de crescimento entre, de um lado, um pequeno grupo de países ricos e desenvolvidos e, de outro, um conjunto bem mais amplo de países pobres, subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Uma das principais causas do desenvolvimento desigual entre os países encontra-se nos níveis diferenciados de investimento em conhecimento durante longos períodos de tempo. No estágio atual do capitalismo mundial, a criação de valor depende cada vez mais do uso intensivo do conhecimento, incluindo o desenvolvimento de novas tecnologias, a utilização de forma inovadora de conhecimentos já existentes e a incorporação de conhecimentos e tecnologias externos aos setores produtivos nacionais. Por isso, defende-se a hipótese de que o desenvolvimento das nações se encontra atualmente fortemente correlacionado ao grau de amadurecimento e de dinamismo de seus respectivos sistemas de ciência, tecnologia e inovação.

A pesquisa que fundamenta a tese trouxe evidências significativas que corroboram essa hipótese. Verificou-se que os países desenvolvidos possuem sistemas de inovação consolidados e dinâmicos, com capacitação para absorver e aperfeiçoar conhecimentos externos e, sobretudo, para desenvolver localmente novos conhecimentos e tecnologias. A competitividade de suas economias se baseia, em grande parte, na melhoria da produtividade e da qualidade da produção nacional, no emprego e na exportação de novos produtos, processos e serviços. De modo geral, as evidências mostram que as principais economias do

mundo investem pesadamente em P&D e que existe forte correlação entre a intensidade desses gastos e o capital humano de cada país. Constatou-se também que, nos países líderes em desenvolvimento tecnológico, as empresas têm sido as principais responsáveis pelos esforços nacionais em P&D e que, mesmo após o surgimento da crise internacional, o financiamento à pesquisa continuou se expandido globalmente.

Concorda-se com a tese defendida por Eduardo Viotti (2001), e outros autores, de que esforço dos países de industrialização tardia para se desenvolver quando já existe forte concorrência no mercado mundial de produtos industrializados é completamente diferente daquele vivenciado pelas economias que exerceram (e que exercem) um papel de vanguarda no capitalismo moderno. O desenvolvimento tecnológico dos países de industrialização tardia é limitado pela natureza de seus sistemas de mudança técnica, que podem ser melhor caracterizados como “sistemas nacionais de aprendizado tecnológico”. A condição estrutural de dependência tecnológica em relação aos países centrais restringe fortemente a competitividade de seus produtos industriais e os impele a adotar mecanismos espúrios para compensar a defasagem tecnológica de seus parques industriais, como baixa remuneração da mão-de-obra, preços reduzidos de matérias primas, exploração de recursos naturais, estabelecimento de barreiras protecionistas e concessão de subsídios estatais.

Até o início do século passado, conforme demonstrado por Mazzoleni e Nelson (2005), todos os casos bem-sucedidos de *cath up* industrial e tecnológico em relação aos países líderes envolveram um fluxo transnacional expressivo de pesquisadores e especialistas, forte apoio governamental e apropriação de tecnologia externa facilitada por um fraco regime de proteção da propriedade intelectual. Nas últimas décadas, no entanto, ocorreram importantes alterações no ambiente político e econômico internacional que mudaram as regras do jogo, dificultando o desenvolvimento de países que buscam alcançar a fronteira tecnológica. O estabelecimento de tratados internacionais que regulam o comércio internacional e os direitos de propriedade intelectual proibiram a adoção de medidas protecionistas e de incentivos diretos para as indústrias nacionais, permitindo apenas incentivos indiretos, como o investimento em formação de recursos humanos, P&D e infraestrutura. Essas mudanças obrigaram os países em desenvolvimento a empregar novas estratégias de desenvolvimento econômico, industrial e tecnológico.

Nesse novo contexto, os países emergentes que conseguiram ou estão conseguindo reduzir a defasagem tecnológica que os separa dos países líderes investiram fortemente (e

continuam investindo) em políticas educacionais, científicas e tecnológicas integradas com políticas industriais e de comércio exterior. As evidências mostram que, na década passada, países como Coreia, China, Índia e Cingapura ampliaram substancialmente seus dispêndios nacionais em P&D e seus contingentes de pesquisadores. Além disso, outros países em desenvolvimento - como Brasil, México e África do Sul - também realizaram incrementos significativos em seus esforços de formação de recursos humanos e de investimento em pesquisa. Conforme notaram Hollanders e Soete (2010), desde o final do Século XX, a emergência de novos atores de peso na economia tem contribuído para a criação de um ambiente global mais competitivo e para a gradual transformação de um mundo tripolar - com enorme concentração das atividades de CTI nos Estados Unidos, Japão e principais países da União Europeia - em um mundo multipolar - com um número crescente de centros de pesquisa públicos e privados espalhados em diferentes regiões do planeta, com destaque para a emergência de um novo bloco de desenvolvimento científico e tecnológico formado por países asiáticos.

Assim como outros países de industrialização tardia, o Brasil enfrenta o atual cenário de transformações estruturais no capitalismo mundial com um sistema de mudança técnica relativamente pouco desenvolvido. O modelo de industrialização adotado pela Nação privilegiou a atração de empresas estrangeiras para explorar o mercado interno, sem se preocupar se essas empresas se tornariam bases para exportações ou se desenvolveriam novos produtos no Brasil. Por decisões tomadas na década de 1950, a base produtiva nacional tornou-se fortemente “multinacionalizada”, com grande participação do capital e de tecnologias vindos do exterior. Nas décadas seguintes, a política industrial não priorizou a constituição de um núcleo endógeno de desenvolvimento tecnológico formado por empresas brasileiras, com capacidade para absorver conhecimentos e tecnologias externos e produzir localmente novos produtos, processos e serviços. Ainda hoje, o comércio exterior brasileiro é caracterizado por forte assimetria entre a pauta de exportações, concentrada em *commodities* e produtos intensivos em trabalho ou recursos naturais, e a pauta de importações, intensiva em produtos de maior conteúdo tecnológico.

O tema da transformação da base produtiva brasileira em direção a uma economia mais inovadora é um aspecto central do debate sobre o desenvolvimento do País. Por isso, é importante conhecer as políticas implementadas pelos diversos países para tornar suas economias mais inovadoras e competitivas. Ao contrário do que estabelece a retórica

neoliberal, a adoção de políticas industriais, científicas e tecnológicas tem sido um elemento fundamental na estratégia competitiva dos mais diversos países. De modo geral, está ocorrendo um processo de crescente especialização e diferenciação dos sistemas de mudança técnica das economias industrializadas, por meio do estímulo à processos de inovação localizada e de consolidação de sistemas de inovação. No que se refere à capacidade de inovação, a globalização tem contribuído para a consolidação de *clusters* de países, regiões e locais inovadores, cercados por localidades, regiões e nações sem competência para inovar. Nesse sentido, é possível perceber uma clara tendência concentradora na "sociedade capitalista do conhecimento", configurando uma nova divisão internacional do trabalho entre países inovadores e países consumidores de conhecimento, tecnologias e inovações produzidos externamente.

Desde o início da década de 2000, com a retomada das discussões para a formulação da política nacional de ciência e tecnologia, foram feitos vários diagnósticos sobre o SNCTI. A maioria das avaliações converge ao constatar que o Brasil conseguiu constituir um sistema de pesquisa e pós-graduação relativamente forte, que possibilitou avanços importantes na formação de recursos humanos e na ampliação da produção científica nacional. Como resultado, a participação brasileira na ciência mundial aumentou razoavelmente nas últimas décadas, tornando-se compatível com a situação de outros países mais desenvolvidos. No entanto, o avanço da ciência nacional não se refletiu na melhoria dos indicadores tecnológicos e de inovação nas empresas.

De modo geral, o Estado brasileiro ainda é o principal responsável pelos dispêndios nacionais em P&D, enquanto nos países líderes em tecnologia os dispêndios empresariais superam em grande medida os dispêndios públicos. Além disso, existem poucos pesquisadores desenvolvendo inovações nas empresas. O maior problema é o resultado do esforço tecnológico das empresas em termos de inovação, que é pouco expressivo. A concessão de novas patentes nacionais e internacionais para empresas brasileiras permanece num patamar baixo e estável ao longo dos anos. Esse é um dado preocupante, sobretudo se considerarmos a evolução do mesmo indicador para outros países emergentes. Não por acaso, a participação do Brasil no comércio internacional tem sido muito inferior à sua contribuição científica. O fraco desempenho tecnológico das empresas brasileiras se reflete em déficits na balança comercial e na pauta de exportações do País, composta

majoritariamente por *commodities*, manufaturas intensivas em trabalho ou recursos naturais e produtos de baixo conteúdo tecnológico.

A eficácia das políticas de desenvolvimento industrial, científico e tecnológico no Brasil passa pelo reconhecimento de que o País possui um “sistema nacional de aprendizado tecnológico passivo”, conforme diagnosticado por Viotti. Com base nesse entendimento, o esforço da política de desenvolvimento deve voltar-se para a alteração da natureza do sistema nacional de mudança técnica no sentido de aumentar sua capacitação para absorver e aperfeiçoar conhecimentos e tecnologias produzidos externamente. A generalização de uma estratégia de aprendizado tecnológico ativo envolve também o incentivo à processos de inovação tecnológica em áreas, setores e empresas com potencial competitivo.

Um dos maiores obstáculos para o desenvolvimento de uma estratégia de aprendizado tecnológico ativo e de inovação no setor produtivo nacional é o baixo nível educacional e de qualificação profissional e tecnológica da população. As evidências mostram que, para alcançar o padrão vigente nos países mais desenvolvidos, o Brasil precisa vencer enormes desafios no campo educacional, incluindo: erradicar o analfabetismo; garantir a conclusão da educação básica de qualidade para todos brasileiros; ampliar fortemente o ensino técnico e tecnológico; elevar o número de concluintes no ensino superior, especialmente em áreas de ciências básicas e tecnológicas; aumentar substancialmente a proporção de mestres e doutores na população; entre outros. Sem o investimento crescente e continuado na ampliação e na melhoria da educação, em todos os níveis e modalidades de ensino, dificilmente o Brasil vai conseguir reverter o triste quadro de atraso tecnológico e de desigualdade social que caracteriza a sociedade brasileira. A melhoria da educação e da qualificação profissional, científica e tecnológica da população é condição *sine qua non* para a consolidação de um sistema nacional de aprendizado tecnológico ativo e para o desenvolvimento sustentável do País.

Um dos maiores desafios para a consolidação do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação é a redução das enormes desigualdades regionais que caracterizam o Brasil, uma vez que a base industrial, científica e tecnológica do País se encontra fortemente concentrada nas regiões Sul e Sudeste, especialmente no Estado de São Paulo. De modo geral, as evidências mostram que os investimentos em P&D e a distribuição dos sistemas de ensino superior, pesquisa e pós-graduação segue o mesmo padrão de localização espacial. Na década passada, as políticas de expansão das redes federais de educação profissional e

de ensino superior, assim como as políticas de incentivo à pesquisa e a pós-graduação, contribuíram para o processo de desconcentração regional da formação de recursos humanos e dos investimentos em P&D no Brasil. Os avanços alcançados, no entanto, têm sido modestos. O diagnóstico traçado aponta para a necessidade de adoção de mecanismos mais eficazes para reduzir as assimetrias regionais existentes no SNCTI, por meio da ampliação dos investimentos e da disseminação da excelência educacional, científica e tecnológica nas regiões menos desenvolvidas do País.

Conforme defendido na tese, o instrumental teórico-metodológico associado a noção de sistemas de inovação permite compreender que a capacidade científica e tecnológica de uma localidade, país ou região depende de um conjunto de instituições (incluindo valores, normas e comportamentos) que moldam os processos sociais e econômicos de produção material e de produção do conhecimento. Mazzolteni e Nelson (2005) utilizam esse instrumental para analisar a evidência histórica de vários países e concluem que as instituições públicas desempenharam um importante papel nos processos de *cath up* de países como Japão, EUA, Coréia e Taiwan. No contexto atual, frente às mudanças no cenário mundial e à crescente incorporação de conhecimento científico nas práticas tecnológicas, os sistemas públicos de pesquisa tendem a ser elementos cada vez mais relevantes na estrutura institucional de suporte ao *cath up* dos países menos desenvolvidos.

No caso brasileiro, particularmente, a evidência histórica mostra que todos os campos científicos e tecnológicos nos quais o País se destaca mundialmente receberam, desde o princípio, fortes investimentos governamentais na formação de recursos humanos e na constituição de sistemas públicos específicos de P&D, como atestam os exemplos bem-sucedidos nas áreas de agropecuária (Embrapa), Saúde (Fiocruz/Manguinhos), petróleo e gás (Cenpes/Petrobrás) e aeronáutica (ITA/Embraer). As instituições de pesquisa do MCTI, embora sejam menos conhecidas pela sociedade brasileira, também fizeram importantes contribuições em diversas áreas estratégicas para o desenvolvimento nacional, incluindo as áreas nuclear, tecnológica, mineral, energética, de biodiversidade, entre outras.

Conforme defendido por Salles Filho e Bonacelli (2005, 2010), as instituições e centros públicos de pesquisa brasileiros têm operado num ambiente crescentemente complexo e competitivo. Nos últimos anos, ocorreram importantes mudanças no SNCTI que afetaram diretamente tais instituições, destacando-se a entrada de novos atores no sistema, a diversificação das políticas de CTI e o crescimento das redes e projetos cooperativos de

P&D. Essas mudanças têm forçado as instituições de pesquisa a adotarem modelos organizacionais mais flexíveis, ampliarem suas competências para captação de recursos e estabelecerem novas formas de relacionamento com os atores do SNCTI.

A tese partiu da hipótese de que os sistemas públicos de pesquisa desempenham atualmente um importante papel na consolidação do SNCTI incluindo, entre outras contribuições: a formação de recursos humanos; o fornecimento de uma estrutura institucional com capacidade de apropriação, revisão e produção de novos conhecimentos e tecnologias; o desenvolvimento de pesquisas básicas que podem ter impacto futuro na sociedade e na capacidade de inovação do País; a realização de P&D em áreas estratégicas; o incentivo a criação e consolidação de empresas inovadoras. Existe um consenso de que as empresas devem ser as principais responsáveis pelo esforço nacional de inovação tecnológica. Contudo, a pesquisa realizada no âmbito das instituições públicas pode exercer um relevante papel complementar nos processos de inovação, sobretudo em campos onde desenvolvimento tecnológico é condicionado por necessidades ou especificidades nacionais, como nas áreas de alimentos, medicina, energia, defesa e meio ambiente.

A produção do conhecimento científico e tecnológico de excelência depende, essencialmente, de três condicionantes básicos: i) fortes investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação; ii) recursos humanos altamente qualificados; iii) e infraestrutura de pesquisa adequada. O Brasil dispõe atualmente de um conjunto de bases de dados e indicadores que permitem avaliar em profundidade a situação do País em relação aos dois primeiros condicionantes. Porém, não existe um sistema de abrangência nacional com informações atualizadas sobre a infraestrutura de pesquisa das ICTs brasileiras. A pesquisa desenvolvida na última parte da tese pretende contribuir para superar esse desafio e se inseriu em um projeto mais amplo, realizado pelo MCTI/CNPq em parceria com o Ipea, voltado para a construção do Diretório de Instituições e Infraestruturas de Pesquisa da Plataforma Lattes (DIIP-Lattes). O novo diretório, em conjunto com os demais componentes da plataforma, deve gerar informações relevantes para o conhecimento do parque científico e tecnológico nacional, fornecendo subsídios para as atividades de monitoramento e avaliação das políticas públicas de CTI.

A investigação desenvolvida voltou-se, particularmente, para o mapeamento dos laboratórios e outros tipos selecionados de infraestruturas de pesquisa das instituições do MCTI, incluindo as unidades de pesquisa do Ministério, as organizações sociais que

possuem contratos de gestão com o órgão e as instituições, centros e unidades de pesquisa vinculadas à CNEN. Entende-se que os resultados alcançados contribuem para ampliar o conhecimento disponível a respeito da capacidade de pesquisa dessas instituições, bem como de suas principais características, gargalos e potencialidades. As evidências coletadas corroboram a hipótese de que essas instituições desempenham papéis altamente relevantes no desenvolvimento do SNCTI. As instituições pesquisadas estão distribuídas em todo território brasileiro; possuem um corpo técnico-científico altamente qualificado; atuam em áreas estratégicas para o desenvolvimento nacional, especialmente em áreas das engenharias e das ciências exatas e da terra; desenvolvem atividades regulares de P&D, ensino e prestação de serviços técnico-científicos; possuem uma infraestrutura de pesquisa moderna, atualizada e com alto valor agregado, sendo que algumas funcionam como laboratórios nacionais, utilizados por grande número de pesquisadores do País e do exterior.

Para a análise dos dados coletados na pesquisa, as instituições foram agrupadas em cinco categorias de acordo com sua missão ou principal foco institucional: i) instituições com foco na Amazônia ou em outros Biomas; ii) instituições com foco em Ciência; iii) instituições que atuam como Laboratórios Nacionais; iv) instituições da área Nuclear; v) e instituições com foco em Tecnologia. Classificação semelhante foi utilizada pela Comissão Tundisi, no início da década de 2000, para avaliar as instituições do MCTI. Na realidade, a atuação dessas instituições é muito mais complexa e, na maioria dos casos, engloba um conjunto de atividades de formação de recursos humanos, pesquisa básica e aplicada, desenvolvimento tecnológico, extensão e prestação de serviços. A tipologia adotada, contudo, se mostrou útil para ressaltar as singularidades de cada grupo de instituições. O conhecimento dessas especificidades reforça o entendimento de que qualquer avaliação séria a respeito do papel desempenhado pelas instituições de pesquisa deve, necessariamente, levar em consideração as principais características de cada instituição, incluindo sua missão, corpo técnico-científico, áreas de atuação, linhas de pesquisa, infraestrutura etc.

A pesquisa mostra que, dependendo de sua missão ou foco institucional, as instituições assumem papéis diferenciados no desenvolvimento do SNCTI. De modo geral, as instituições que atuam com foco na Amazônia ou em outros biomas desempenham um papel fundamental na realização de pesquisas multidisciplinares voltadas para o conhecimento, a preservação e o uso sustentável desses ecossistemas. Por outro lado, as instituições com foco em Ciência complementam a atuação das universidades, contribuindo

mais com a formação de recursos humanos, a pesquisa básica e aplicada em laboratórios singulares, a coordenação de redes de pesquisa e a participação em projetos científicos internacionais. As instituições que atuam como Laboratórios Nacionais possuem um papel totalmente diferenciado dentro do SNCTI, provendo instalações de pesquisa sofisticadas e de grande porte para atender a demanda de múltiplos usuários da comunidade científica e do setor empresarial. As instituições da área Nuclear desempenham um importante papel na pesquisa e no desenvolvimento tecnológico do setor, com implicações positivas nas áreas de energia, saúde, defesa nacional, entre outras. As instituições com foco em Tecnologia, por sua vez, são fundamentais para o desenvolvimento de tecnologias estratégicas em áreas como tecnologia aeroespacial, mineral, TICs e energias renováveis.

O diagnóstico traçado pela Comissão Tundisi, no início da década de 2000, resultou na definição de uma política de longo prazo para as instituições do MCTI, voltada para o redirecionamento de suas missões, a recuperação e modernização de sua infraestrutura de pesquisa, a recomposição de seus orçamentos e quadros de pessoal, a melhoria de seus processos de gestão e a promoção de maior articulação das instituições entre si e com outros atores do SNCTI. A pesquisa realizada mostrou que, mais de uma década depois, a política proposta foi parcialmente implementada e apresentou resultados significativos, sobretudo no que se refere a recuperação, modernização e ampliação da infraestrutura de pesquisa dessas instituições. Também houveram avanços expressivos no modelo de gestão, como a implementação de comitês de busca para a indicação de seus dirigentes e o estabelecimento de planos diretores e outros instrumentos que definem metas para a atuação das instituições. A questão da recomposição dos orçamentos e dos quadros de pessoal, no entanto, permanece sendo um sério gargalo para o cumprimento de suas missões.

Conforme previsto na Estratégica Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI 2012-2015), a Lei 12.954/14 promoveu a incorporação de quatro novas unidades de pesquisa na estrutura do MCTI: o Centro Nacional de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE), que funcionava anteriormente como uma coordenação regional do INT; o Instituto Nacional de Pesquisas do Pantanal (INPP); o Instituto Nacional da Mata Atlântica, antigo Museu de Biologia Mello Leitão; e o Instituto Nacional de Águas (INA). Os investimentos nas novas e antigas unidades do Ministério, no entanto, foram diretamente afetados pelos cortes efetuados pelo governo no orçamento da pasta. Além disso, o Ministério deveria supervisionar outras três organizações sociais: o Instituto Nacional de

Pesquisas Oceânicas e Hidroviárias (INPOH); a Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII); e a Associação Alberto Santos Dumont para Apoio à Pesquisa (Instituto de Neurociências do Rio Grande do Norte). Até o presente momento, no entanto, apenas as ações de suporte à EMBRAPII foram concretizadas.

No contexto atual, os desafios colocados para as instituições de pesquisa do MCTI são imensos. O esvaziamento do orçamento das instituições, a carência de pessoal e os crescentes contingenciamentos impostos ao Ministério sinalizam tempos difíceis pela frente. Ao contrário de outros países que enfrentaram a crise econômica mundial com pesados investimentos em CTI, o Brasil incluiu o setor no ajuste fiscal promovido pelo governo. Ao mesmo tempo, o esgotamento dos recursos e do modelo de gestão do FNDCT são sintomas da eterna “síndrome de descontinuidade” que caracteriza as políticas nacionais de CTI. Diante deste cenário, cabe ao Ministério promover um amplo debate sobre suas instituições de pesquisa visando garantir a manutenção, modernização, expansão e racionalização do uso de suas infraestruturas de pesquisa, de modo que essas instituições possam cumprir de forma adequada seu papel no desenvolvimento científico e tecnológico do País.

Conclui-se que a nova estratégia de inserção competitiva do Brasil no capitalismo globalizado deve se basear em um modelo de desenvolvimento economicamente viável, socialmente justo e ecologicamente equilibrado. Um modelo de desenvolvimento que privilegie a democratização do conhecimento e da informação como condição fundamental para a inserção soberana do País na chamada sociedade do “conhecimento e da aprendizagem”. O estímulo ao desenvolvimento sustentável (em suas dimensões social, econômica, ambiental, política e cultural) passa, necessariamente, pela implementação de uma efetiva política de inovação, que articule as políticas educacionais, científicas, tecnológicas, industriais, ambientais e de comércio exterior com foco na consolidação de sistemas locais e regionais de inovação. Para alcançar um novo patamar de desenvolvimento econômico e social, a sociedade brasileira precisa aceitar um conjunto de ideias e valores favoráveis a transformação social. Em outras palavras, é preciso que governos, empresários, trabalhadores e sociedade civil organizada encarem o investimento em educação, ciência, tecnologia e inovação como sendo indispensável para o desenvolvimento sustentável do País.

## 6 Referências bibliográficas

ARBIX, G.; SALERNO, M. S.; DE NEGRI, J. A. Internacionalização gera emprego de qualidade e melhora a competitividade das firmas brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERMO, M. S. (Orgs.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

AROCENA, R. et al. **Innovation systems and developing countries**. DRUID, Copenhagen Business School, Department of Industrial Economics and Strategy/Aalborg University, Department of Business Studies, 2002.

AROCENA, R.; SUTZ, J. Knowledge innovation and learning: systems and policies in the north and in the south. In: CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, M. H.; MACIEL, M. L. (Eds.). **Systems of Innovation and Development: evidence from Brazil**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2003.

AVELLAR, A. P. Avaliação de impacto do PDTI sobre o gasto em atividades de inovação e P&D das empresas industriais. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Eds.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

BAHIA, L.; ARBACHE, J. Diferenciação salarial segundo critérios de desempenho das firmas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERMO, M. S. (Orgs.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 dez.1996. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm)>. Consultado em dezembro de 2015.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.649, de 27 de maio de 1998. Dispõe sobre a organização da Presidência da República e dos Ministérios, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 mai.1998, retificado em 5 jun.1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9649cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9649cons.htm)>. Consultado em dezembro de 2015.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.197, de 14 de fevereiro de 2001. Acresce dispositivos ao Decreto-Lei no 719, de 31 de julho de 1969, para dispor sobre o financiamento a projetos de implantação e recuperação de infra-estrutura de pesquisa nas instituições públicas de ensino superior e de pesquisa, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 16 fev.2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/LEIS\\_2001/L10197.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10197.htm)>. Consultado em dezembro de 2015.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 10 jan.2001. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/110172.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110172.htm)>. Consultado em dezembro de 2015.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.861, de 14 abril de 2004. Institui o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior - SINAES e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 27 out.2011. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.861.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.861.htm)>. Consultado em dezembro de 2015.

\_\_\_\_\_. Lei nº 10.973, 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] República Federativa do Brasil**, Brasília, 3 dez.2004, retificado em 16 mai.2005. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Lei/L10.973.htm)>. Consultado em dezembro de 2015.

\_\_\_\_\_. 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 dez.2008. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11892.htm)>. Consultado em dezembro de 2015.

\_\_\_\_\_. Lei nº 12.513, de 26 de outubro de 2011. Institui o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec) e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 27 out.2011. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/\\_Ato2011-2014/2011/Lei/L12513.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2011/Lei/L12513.htm)>. Consultado em dezembro de 2015.

\_\_\_\_\_. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 26 jun.2014 - Edição extra. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/\\_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm)>. Consultado em dezembro de 2015.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação: documento síntese**. Brasília: MCT, 2007. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0203/203406.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0203/203406.pdf)>.

\_\_\_\_\_. **Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação: principais resultados e avanços (2007-2010)**. Brasília: MCT, 2010. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0214/214525.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0214/214525.pdf)>.

\_\_\_\_\_. **Relatório de avaliação das unidades de pesquisa do MCT**. Parcerias Estratégicas, n. 15, p. 145-272, out.2002.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); Academia Brasileira de Ciência (ABC). **Ciência, Tecnologia e Inovação: desafio para a sociedade brasileira – Livro Verde**. Cylon Gonçalves da Silva e Lúcia Carvalho Pinto Melo (coords.). Brasília: MCT/ABC, 2001.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). **Livro Branco de Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília: MCT/CGEE, 2002.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Estratégica Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012-2015**, Balanço das atividades estruturantes 2011. Brasília: MCTI, 2012. Disponível em: <[http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0218/218981.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0218/218981.pdf)>.

\_\_\_\_\_. **Mapeamento da infraestrutura laboratorial das instituições de pesquisa do MCTI**. Brasília: MCTI, 2013. Disponível em: <[http://sigmct.mct.gov.br/upd\\_blob/0000/548.pdf](http://sigmct.mct.gov.br/upd_blob/0000/548.pdf)>.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Portaria Normativa nº 17, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre o mestrado profissional no âmbito da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 29 nov.2009. Disponível em: <[https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/PortariaNormativa\\_17MP.pdf](https://www.capes.gov.br/images/stories/download/legislacao/PortariaNormativa_17MP.pdf)>. Consultado em agosto de 2015.

\_\_\_\_\_. **Análise sobre a expansão das universidades federais 2003 a 2012: Relatório da Comissão constituída pela portaria no 126/2012**. Brasília: MEC, 2012. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=12386-analise-expansao-universidade-federais-2003-2012-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=12386-analise-expansao-universidade-federais-2003-2012-pdf&Itemid=30192)>.

\_\_\_\_\_. **A democratização e expansão da educação superior no país 2003-2014**. Brasília: MEC, 2014. Disponível em: <[http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=16762-balanco-social-sesu-2003-2014&category\\_slug=dezembro-2014-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16762-balanco-social-sesu-2003-2014&category_slug=dezembro-2014-pdf&Itemid=30192)>. Consultado em agosto de 2015.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). **Política de Desenvolvimento Produtivo**. Informações disponíveis em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/pdp>>.

BRITO CRUZ, C. H.; CHAIMOVICH, H. Brasil. In: SCHNEEGANS, S. (Ed.). **Relatório UNESCO sobre ciência 2010**: o atual status da ciência em torno do mundo. Brasília: Representação da Unesco no Brasil, 2010.

BRUM, J. A.; MENEGHINI, R. O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron. **São Paulo em Perspectiva**, v. 16, n. 4, p. 48–56, out. 2002.

CASSIOLATO, J. E. Que futuro para a indústria brasileira? In: **O futuro da indústria: oportunidades e desafios**: a reflexão da universidade. Brasília: MDIC/IEL, 2001.

CASSIOLATO, J. E.; MATTOS, M.; LASTRES, H. M. Innovation Systems and Development. In: CURRIE-ALDER, B. et al. (Eds.). **International Development: Ideas, Experience, and Prospects**. Oxford: Oxford University Press, 2014.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. Sistemas de inovação: políticas e perspectivas. **Parcerias Estratégicas**. MCT/CGE, nº 8, maio 2000.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede** (vol. I). São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **3ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação**: síntese das conclusões e recomendações. Brasília: MCT/CGEE, 2006. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/sobre/cncti.php>>.

\_\_\_\_\_. **Doutores 2010**: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira. Brasília: CGEE, 2010.

\_\_\_\_\_. **Livro Azul da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: MCT/CGEE, 2010. Disponível em: <<http://www.cgee.org.br/publicacoes/livroazul.php>>.

\_\_\_\_\_. **Modelos institucionais das organizações de pesquisa**: Série Documentos Técnicos, 3. Brasília: CGEE, 2010.

\_\_\_\_\_. **Quadro de atores selecionados no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação**: série documentos técnicos, 5. Brasília: CGEE, 2010.

\_\_\_\_\_. **Quadro de atores selecionados no sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação**: série documentos técnicos, 6. Brasília: CGEE, 2010.

\_\_\_\_\_. **Mestres 2012**: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira. Brasília, DF: CGEE, 2012.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE); ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (ANPEI). **Os novos instrumentos de apoio à inovação**: uma avaliação inicial. Brasília: CGEE / ANPEI, 2009.

CILONI, A. D.; BERBERT, C. O. As unidades de pesquisa do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) no contexto da ciência brasileira. **Parcerias Estratégicas**, v.18, n.37, p. 83-102, 2013.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) 2005-2010**. Brasília: Capes, 2004. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/plano-nacional-de-pos-graduacao>>.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG 2011-2020)**. Brasília: CAPES, 2010. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/plano-nacional-de-pos-graduacao>>.

DE NEGRI, F. Padrões tecnológicos e de comércio exterior das firmas brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERMO, M. S. (Orgs.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

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

DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. **Nota técnica no 21 - Infraestrutura científica e tecnológica no Brasil: análises preliminares**. Brasília: IPEA, 2014. Disponível em:  
<[http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota\\_tecnica/140627\\_nt\\_diset\\_21.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/140627_nt_diset_21.pdf)>.

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

DE NEGRI, F; RIBEIRO, P. Infraestrutura de Pesquisa no Brasil: resultados do levantamento realizado com as instituições vinculadas ao MCTI. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior** / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura. Brasília: Ipea, 2013.

DE NEGRI, J. A.; SALERMO, M. S. (Orgs.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

DE NEGRI, J. A.; SALERMO, M. S. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das formas industriais brasileiras. In: DE NEGRI, J. A.; SALERMO, M. S. (Orgs.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.

DE NEGRI, J. A; KUBOTA, L. Estado e inovação. In: DE NEGRI, J. A; KUBOTA, L (Orgs.). **Políticas de Incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

DE NEGRI, J. A; KUBOTA, L (Orgs.). **Políticas de Incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

DI GIOVANNI, G. et al. **Parque de equipamentos de pesquisa**. São Paulo: FAPESP, 2007.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Triple Helix-University-industry-government relations: A laboratory for knowledge based economic development. **EASST review**, v. 14, n. 1, p. 14-19, 1995.

\_\_\_\_\_. Introduction to special issue on science policy dimensions of the Triple Helix of university-industry-government relations. **Science and Public Policy**, v. 24, n. 1, p. 2-5, 1997.

FAJNZYLBER, F. Competitividad Internacional: evolución y lecciones. **Revista de la CEPAL**, n. 36, Santiago, 1988.

FERRETI, C. J. Formação profissional e reforma do ensino técnico no Brasil: Anos 90. **Educação & Sociedade**, ano XVIII, ago. 1997.

FERRETTI, C.; SILVA Jr., J. R.; OLIVEIRA, M. R. (Orgs.). **Trabalho, Formação e currículo: para onde vai a escola?** São Paulo: Xamã, 1999.

FREEMAM, C. **Technological infrastructure and international competitiveness**, draft paper submitted to the OECD ad hoc group on science, technology and competitiveness. Paris: OECD, 1982.

\_\_\_\_\_. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan**. London: Pinter, 1987.

\_\_\_\_\_. Technology, progress and the quality of life. **Science and public policy**, v. 18, n. 6, p. 407-418, 1991.

\_\_\_\_\_. The National System of Innovation in Historical Perspective. **Cambridge Journal of Economics**, 19, p.5-24, 1995.

FURTADO, C. **Desenvolvimento e subdesenvolvimento**. Rio de Janeiro: Centro Celso Furtado / Contraponto, 2009.

GENTILI, P. (Org.). **Pedagogia da exclusão: o neoliberalismo e a crise da escola pública**. Petrópolis: Vozes, 1995.

GIBBONS, M. et al. **The new production of knowledge: the dynamics of science and research in the contemporary societies**. Londres: Sages, 1994.

GUIMARÃES, R. Pesquisa em saúde no Brasil: contexto e desafios. **Revista Saúde Pública**, 40 (n. esp.), p.3-10, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v40nspe/30616>>.

GUSMÃO, R. Práticas e políticas internacionais de colaboração ciência-indústria. In: **Revista Brasileira de Inovação**, Rio de Janeiro, v.1, n.2, jul./dez., 2002.

HOLLANDERS, H.; SOETE, L. O crescente papel do conhecimento na economia global. In: SCHNEEGANS, S. (Ed.). **Relatório UNESCO sobre ciência 2010: o atual status da ciência em torno do mundo**. Brasília: Representação da Unesco no Brasil, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Departamento de Indústria. **Pesquisa industrial: inovação tecnológica 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa industrial: inovação tecnológica 2003**. Rio de Janeiro: IBGE, 2005.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de inovação tecnológica 2005**. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de inovação tecnológica 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

\_\_\_\_\_. **Censo demográfico 2010: Resultados gerais da amostra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012, 235 p. Disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo\\_Demografico\\_2010/Resultados\\_Gerais\\_da\\_Amostra/resultados\\_gerais\\_amostra.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2010/Resultados_Gerais_da_Amostra/resultados_gerais_amostra.pdf)>.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa de inovação tecnológica 2011**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Educação do Brasil: atrasos, conquistas e desafios. In: TAFNER, P. (Ed.). **Brasil: o estado de uma nação**. Brasília: IPEA, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Microdados do Censo da Educação Profissional 1999**. Brasília: INEP, 2000. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-levantamentos-acessar>>.

\_\_\_\_\_. **Microdados do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes 2005**. Brasília: INEP, 2006. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-levantamentos-acessar>>.

\_\_\_\_\_. **Educação profissional técnica de nível médio no censo escolar**. Brasília: INEP, 2006.

\_\_\_\_\_. **Microdados do Censo da Educação Superior 2007**. Brasília: INEP, 2008. Disponível em: <<http://dados.gov.br/dataset/microdados-do-censo-da-educacao-superior>>.

\_\_\_\_\_. **Microdados do Censo da Educação Superior 2012**. Brasília: INEP, 2013. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-levantamentos-acessar>>.

\_\_\_\_\_. **Censo Escolar da Educação Básica 2013**: resumo técnico. Brasília: INEP, 2014. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/censo\\_escolar/resumos\\_tecnicos/resumo\\_tecnico\\_censo\\_educacao\\_basica\\_2013.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/resumo_tecnico_censo_educacao_basica_2013.pdf)>.

KANNEBLEY Jr., S.; PORTO, G. **Incentivos fiscais à pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil**: uma avaliação das políticas recentes. Brasília: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2012.

KNORR-CETINA, K. Scientific communities or transepistemic arenas of research? A critique of quase economic models of Science. **Social Studies of Science**, no. 12, 1982.

KUENZER, A. Z. **Ensino médio e profissional**: as políticas do Estado neoliberal. São Paulo: Cortez, 1997.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Ed. Perspectiva S.A, 2003.

LATOUR, B. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

LUNDEVALL, B.-A (Org.). **National innovation system**: towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter, 1992.

LUNDEVALL, B.-A. **Product innovation and user-producer interaction**. Aalborg: Aalborg University Press, 1985.

\_\_\_\_\_. **Innovation system research**: where it came from and where it might go. 2008.

MACIEL, M. L. Pensando a inovação no Brasil. **Revista Humanidades**, n. 45, 1999.

\_\_\_\_\_. Hélices, sistemas, ambientes e modelos: os desafios à Sociologia da Inovação. **Sociologias**, n. 6, p. 18-29, dez. 2001.

MANFREDI, S. M. **Educação profissional no Brasil**. São Paulo: Cortez, 2002.

MAZZOLENI, R.; NELSON, R. R. **The roles of research at universities and public labs in economic catch-up**. Pisa: Scuola Superiore Sant'Anna, Laboratory of Economics and Management (LEM), 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10419/89427>>.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Lisboa: Instituto Piaget, 2ª ed., 1990.

NELSON, R. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1987.

\_\_\_\_\_. **National Innovation Systems**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Education at a Glance 2012**: OECD Indicators. OECD Publishing, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/eag-2012-en>>.

\_\_\_\_\_. **Frascati Manual**: proposed standard practice for surveys on research and experimental development. Paris: OECD, 2002, ISBN 92-64-19903-9.

\_\_\_\_\_. **Oslo Manual**: the measurement of scientific and technological activities: proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Paris: OECD, 2001.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE); FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS (FINEP). **Manual de Oslo**: diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação - Terceira Edição. Rio de Janeiro: FINEP, 2005. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>>.

PACHECO, C. A. O financiamento do gasto em P&D do setor privado no Brasil e o perfil dos incentivos governamentais para P&D. **Revista USP**, São Paulo, n.89, p.256-276, março/maio 2011.

POLICY RESEARCH IN ENGINEERING, SCIENCE AND TECHNOLOGY (PREST). **A comparative analysis of public, semi-public and recently privatized research centres**. Final Project Report. Manchester: Prest/University of Manchester, 2002.

PÓVOA, L. Características e impactos do Fundo Setorial de Infraestrutura. **Parcerias Estratégicas**, Brasília-DF, v.16, n.33, p.177-204, jul./dez. 2011.

RIBEIRO, P. **Políticas e instrumentos de apoio à inovação tecnológica no Brasil: o desafio da competitividade na Sociedade do Conhecimento**. Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em sociologia. Brasília: Universidade de Brasília, Instituto de Ciências Sociais, Departamento de Sociologia, 2003.

RIBEIRO, V. C.; SALLES-FILHO, S. L. M.; BIN, A. Gestão de institutos públicos de pesquisa no Brasil: limites do modelo jurídico. **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 3, p. 595-614, jun. 2015.

SALERNO, M. S.; KUBOTA, L. C. Estado e inovação. In: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Eds.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: IPEA, 2008.

SALLES-FILHO, S. L. M; BONACELLI, M. B. Trajetórias e agendas para os institutos e centros de pesquisa no Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, nº 20, p. 1485-1513, jun.2005.

\_\_\_\_\_. Trends in the organization of public research institutions: lessons from Brazilian case. **Science and Public Policy**, 37(7), 193-204, 2010.

SOBRAL, F. A. S. Desafios das ciências sociais no desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo. **Sociologias**, UFRGS, Porto Alegre, Ano 6, n. 11, jan./jun. 2004.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. **Anuário brasileiro da educação básica 2014**. São Paulo: Moderna, 2014.

VIOTTI, E. B. Ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável brasileiro. In: **Ciência, ética e sustentabilidade: desafios ao novo século**. São Paulo: Cortez Editora, 2001. p. 143-158.

\_\_\_\_\_. Mestres e Doutores no Brasil: uma introdução. In: **Mestres 2012: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira**. Brasília: CGEE, 2012.

WEBER, Max. **A ética protestante e o espírito do capitalismo**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1994.

ZEN, E. L.; NASCIMENTO, P. M. M.; CORBUCCI, P. R. Educação. In: **Políticas Sociais: acompanhamento e análise, nº 20**. Brasília: IPEA, 2012.

\_\_\_\_\_. Educação. In: **Políticas Sociais: acompanhamento e análise, nº 21**. Brasília: IPEA, 2013.

## 7 Bibliografia complementar

ALBUQUERQUE, L. C.; NETO, I. R. **Ciência, Tecnologia e Regionalização**. Rio de Janeiro: Garamond, 2005.

ALÉM, A. C. As novas políticas de competitividade na OCDE: lições para o Brasil e a experiência do BNDES. **Parcerias Estratégicas**, MCT/CEE, nº 8, maio 2000.

ALTENBURG, T.; MEYER-STAMER, J. **How to promote clusters: policies experiences of Latin America.** S/ referências.

ANTUNES, R. **Adeus ao trabalho?** Ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho. São Paulo: Editora da Universidade Estadual de Campinas, 1999.

ASSAD, A. Integração universidade-empresa: buscas e desafios em época de globalização. In: **Interação universidade-empresa.** Brasília: IBICT, 1998.

BARROS, F. **Contrastes e confrontos regionais da ciência e tecnologia no Brasil.** Brasília: Editora Paralelo 15, Editora UnB, 1999.

BECH, U.; GIDDENS, A.; LASH, S. **Modernização Reflexiva:** política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: Editora Unesp, 1997.

BIJKER, W. The social construction of bakelite: toward a theory of invention. In: Bijker, W.; Hughes, T.; Pinch, T. **The Social Construction of Technological System.** Massachusetts Institute of Technology, 1987.

BLOOR, D. **Conhecimento e Imaginário Social.** São Paulo: Ed. Unesp, 2008.

BOURDIEU, P. O campo científico. In: **Grandes Cientistas Sociais.** São Paulo: Ática, 1983.

\_\_\_\_\_. Campo do poder, campo intelectual e *habitus* de classe. In: **A Economia das trocas simbólicas.** São Paulo: Editora Perspectiva, 1992.

\_\_\_\_\_. **Para uma Sociologia da Ciência.** Lisboa: Editora 70, 2001.

\_\_\_\_\_. **Os usos sociais da ciência:** por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: Editora Unesp, 2004.

BOURDIEU, P.; CHAMBOREDON, J.C; PASSERON, J. **A profissão do sociólogo:** preliminares epistemológicas. Petrópolis: Vozes, 1999.

BRITO CRUZ, C. H. A universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa. **Parcerias Estratégicas,** Brasília, MCT/CGE, nº 8, maio 2000.

BROWN, J. R. **Who rules in science:** an opinionated guide to the wars. Havard University Press: Cambridge, Massachusetts / London, England, 2001.

BURSZTYN, M. A. A.; BURSZTYN, M. Desenvolvimento sustentável: biografia de um conceito. In: NASCIMENTO, E. P.; VIANA, J. N. (Orgs.). **Economia, meio ambiente e comunicação.** Rio de Janeiro: Garamond, 2006.

CALLON, M. Society in the Making: the study of technology as a tool for sociological analysis. In: Bijker, W.; Hughes, T.; Pinch, T. (Orgs.). **The Social Construction of Technological System.** Massachusetts Institute of Technology, 1987.

CASSIOLATO, J.; LASTRES, H. (Eds.). **Globalização & inovação localizada:** experiências de sistemas locais no Mercosul. Brasília: IBICT/MCT, 1999.

CASTEL, R. **As metamorfoses da questão social:** uma crônica do salário. Rio de Janeiro: Vozes, 1998.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq). **Cinquentenário do CNPq:** notícias sobre a pesquisa no Brasil. Brasília: CNPq, 2001.

CUNHA, L. A. **O ensino de ofícios artesanais e manufatureiros no Brasil escravocrata.** São Paulo: Ed. Unesp; Brasília: Flacso, 2000.

\_\_\_\_\_. **O ensino de ofícios nos primórdios da industrialização**. São Paulo: Ed. Unesp; Brasília: Flacso, 2000.

\_\_\_\_\_. **O ensino profissional na irradiação do industrialismo**. São Paulo: Ed. Unesp; Brasília: Flacso, 2000.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, R. Sistemas de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa: considerações sobre o caso brasileiro". **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior** / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura. Brasília: Ipea, 2013.

DEMO, P. **Metodologia científica em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 1995.

\_\_\_\_\_. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000.

ELLUL, J. On the aims of a philosophy of technology. In: Sharff R. C.; Dusek, V. (Orgs.). **Philosophy of Technology: The Technological Condition, an Anthology**. Oxford: Blackwell Publishing Ltd., 2006.

FERNANDES, A. M. Por que não avaliar o sistema de ciência e tecnologia? In: FERNANDES, A. M.; SOBRAL, F. (Orgs.). **Colapso da ciência e tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1994.

\_\_\_\_\_. Possibilidade de desenvolvimento científico-tecnológico no Brasil. In: SOBRAL, F.; MACIEL, M. L.; TRIGUEIRO, M. (Orgs.). **A alavanca de Arquimedes**. Brasília: Paralelo 15, 1997.

\_\_\_\_\_. **A construção da ciência no Brasil e a SBPC**. Brasília: Ed. UnB, 2000.

FERNANDES, F. **A sociologia no Brasil**. Petrópolis: Editora Vozes, 1977.

FIGUEIREDO, V. **Produção social da tecnologia**. São Paulo: EPU, 1989.

FILHO, D. L. L. **A desescolarização da escola: impactos da reforma da educação profissional (período 1995-2002)**. Curitiba: Torre de Papel, 2003.

FONSECA, C. S. **História do Ensino Industrial no Brasil** (vol.1.). Rio de Janeiro: MEC, 1961.

FONTAIN, J. Social capital: its relationship to innovation in science and technology. **Science and Public Policy**, vol. 25, n. 2, p. 103-115, 1998.

FOUCAULT, M. **História da Sexualidade I: a vontade do saber**. Rio de Janeiro: Graal, 1985.

\_\_\_\_\_. **A ordem do discurso**. São Paulo: Edições Loyola, 1996.

FUKUYAMA, F. **State-Building: governance and World order in the 21st Century**. Ithaca (USA): Cornell University Press, 2004.

FULLER, S. **The Governance of Science**. Buckingham-Philadelphia: Open University Press, 2000.

\_\_\_\_\_. **The philosophy of science and technology studies**. New York: Routledge, 2006.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo - 2001**. São Paulo: FAPESP, 2002.

GRAMSCI, A. **Os intelectuais e a organização da cultura**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1979.

GRAY, J. **Falso Amanhecer: os equívocos do capitalismo global**. Rio de Janeiro: Record, 1999.

- HABERMAS, J. Ciência e técnica como ideologia. In: **Os Pensadores: Habermas**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.
- HAGSTROM, W. O controle social dos cientistas. In: **A Crítica da Ciência: sociologia e ideologia da ciência**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.
- HEIDEGGER, M. A questão da técnica. In: **Heidegger: ensaios e Conferências**. Petrópolis: Ed. Vozes e Ed. São Francisco, 2006.
- HOSELITZ, B. **Aspectos sociológicos do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1960
- HUGHES, T. P. The evolution of large technological systems. In: Bijker, W.; Hughes, T.; Pinch, T. (Orgs.). **The Social Construction of Technological System**. Massachusetts Institute of Technology, 1987.
- JONAS, H. Toward a philosophy of technology. In: Sharff R. C.; Dusek, V. (Orgs.). **Philosophy of Technology: The Technological Condition, an Anthology**. Oxford, Blackweell Publishing Ltd, 2006.
- KITCHER, P. **Science, Truth, and Democracy**. Oxford University Press, 2001.
- KUHN, T. A Função do Dogma na Investigação Científica. In: **A Crítica da Ciência: sociologia e ideologia da ciência**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.
- \_\_\_\_\_. **O caminho desde A estrutura: ensaios filosóficos, 1970-1993**. São Paulo: Editora UNESP, 2006.
- LACEY, H. **Valores e atividade científica 1**. São Paulo: Editora 34, 2008.
- LATOURETTE, B. Give me a laboratory and I will raise de world. In: Knorr-Cetina. K.; Mulkay. **Science Observed**. London :Sage, 1983.
- \_\_\_\_\_. **A esperança de Pandora**. Bauru: Edusc, 2001.
- LATOURETTE, B; WOOLGAR, S. **A vida em Laboratório: a produção dos fatos científicos**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1986.
- LÉVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na Era da informática**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.
- MACIEL, M. L. **O milagre italiano: caos, crise e criatividade**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará; Brasília: Paralelo 15 editores, 1996.
- MANNHEIM, K. **Ideologia e utopia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1972.
- MARCUSE, H. **A Ideologia da sociedade industrial: o homem uni-dimensional**. Rio de Janeiro: Zahar, 1982.
- MARINHO, D. N.C.; QUIRINO, T. Considerações sobre o Estudo do Futuro. **Revista Sociedade e Estado**, vol X, nº 1, p. 13-47, 1995.
- MARX, K. **O Capital**. São Paulo: Nova Cultural, 1998.
- MERTON, R. **Sociologia: Teoria e Estrutura**. São Paulo: Mestre Jou, 1970.
- MORIN, E. **O enigma do homem**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.
- \_\_\_\_\_. Reforma de Pensamento. In: **Terra-Pátria**. Reprodução s/ referências.
- NISBET, R. **História da ideia de progresso**. Brasília: Ed. UnB, 1980.

- NORTH, D. **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- NUNES, B.F. Sistemas e atores da ciência e tecnologia no Brasil. In: FERNANDES, A. M.; SOBRAL, F. (Orgs.). **Colapso da ciência e tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1994.
- PARSONS, T.; SMELSER, N.J. **Economy and Society**. New York (USA): The Free Press, 1965.
- PEET, R. **Theories of Development**. New York (USA): The Guilford Press, 1999.
- PEREIRA, L.; FORACCHI, M. M. (Orgs.). **Subdesenvolvimento e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.
- PEREIRA, L.; FORACCHI, M. M. **Educação e Sociedade**. São Paulo: Editora Nacional, 1969.
- \_\_\_\_\_. **Ensaio de sociologia do desenvolvimento**. São Paulo: Livraria Editora Pioneira, 1970.
- PINCH, T.; BIJKER, W. The social construction of facts and artifacts. In: Sharff R. C.; Dusek, V. (Orgs.). **Philosophy of Technology: The Technological Condition, an Anthology**. Oxford: Blackweell Publishing Ltd., 2006.
- POPPER, K. **A Lógica da pesquisa Científica**. São Paulo: EDUSP/ Cultrix, 1975.
- PORTER, M. **Competição = On Competition: estratégias competitivas essenciais**. Rio de Janeiro: Campus, 1999.
- PRIGOGINE, I.; STENGERS, I. **A nova aliança: metamorfose da ciência**. Tradução de Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira. Brasília: Editora UnB, 1984.
- PUTNAM, R. D. **Comunidade e Democracia: a experiência da Itália Moderna**. Tradução de Luiz Alberto Monjardim. Rio de Janeiro: Ed. FGV, 1996.
- RIBEIRO, P. V. V. Políticas e instrumentos de apoio à inovação tecnológica no Brasil: o desafio da competitividade na Sociedade do Conhecimento. In: **Anais do 30º Encontro Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais**, realizado em Caxambu, MG, no período de 24 a 28 de outubro de 2006.
- ROCHA, I. Evolução ou colapso da ciência e tecnologia no Brasil?. In: FERNANDES, A. M.; SOBRAL, F. (Orgs.). **Colapso da ciência e tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1994.
- ROSANVALLON, P. **A crise do Estado-Providência**. Goiânia: Editora UFG; Brasília: Editora UnB, 1997.
- ROUANET, S. P. A ciência e suas fronteiras. In: PORTO, M. S. G; DWYER, T. (orgs.). . **Sociologia e Realidade: pesquisa social no século XXI**. Brasília: Editora UnB, 2006.
- SADER, E.; GENTILI, P. (Orgs.). **Pós-neoliberalismo: as políticas sociais e o Estado democrático**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- SÁENZ, T. CAPOTE, E. **Ciência, inovação e gestão tecnológica**. Brasília: CNI/IEL/SENAI, ABIPTI, 2002.
- SANTOS, B. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro: Graal, 1989.
- SCHMIDT, B. A educação superior e a globalização. In: **Entre escombros e alternativas: ensino superior na América Latina**. Brasília: Ed. UnB, 2000.
- SCLOVE, R. E. **Democracy and Technology**. New York-London: The Guilford Press, 1995.

SCLOVE, R. et al. **Community-Based Research in the United States: an Introductory Reconnaissance** Including twelve Organizational Studies and Comparison with Duch Science Shops and Mainstream American Research System - Executive Summary. Amherst, MA: The Loka Institute, July, 1998.

SEN, A. **Desenvolvimento como Liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SHILS, E. The idea of university: obstacles and opportunities in contemporary societies. In: **The calling of the education: the academic ethic and other essay on the higher education**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997.

\_\_\_\_\_. The modern university and liberal democracy. In: **The calling of the education: the academic ethic and other essay on thr higher education**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997.

SKOLNIKOFF, E. New international trends affecting science and tecnologia. **Science and Public Policy**, vol. 20, n. 2, p. 115-125, 1993.

SOBRAL, F. Para onde vai a pós-graduação brasileira. In: **A alavanca de Arquimedes**. Brasília: Paralelo 15, 1997.

TIRONI, L. F. (Coord.). **Industrialização descentralizada: sistemas industriais locais**. Brasília: IPEA, 2001.

TORKOMIAN, A. L. V. **Estrutura de polos tecnológicos**. São Carlos: EDUFSCAR, 1996.

TRIGUEIRO, M. G. S. Legitimação na produção científico-tecnológica. In: **Sociedade e Estado**, Departamento de Sociologia, Universidade de Brasília, vol. 7, nº 1 e 2, janeiro/dezembro, 1992.

\_\_\_\_\_. **Universidades públicas: desafios e possibilidades no Brasil contemporâneo**. Brasília: Editora UnB, 1999.

\_\_\_\_\_. **O Clone de Prometeu, a biotecnologia no Brasil: uma abordagem para a avaliação**. Brasília, Editora da UnB, 2002.

\_\_\_\_\_. **O desenvolvimento científico-tecnológico contemporâneo** (mimeo.), UnB, Brasília, 2005.

\_\_\_\_\_. **A legitimação da prática científica-tecnológica** (mimeo.), UnB, Brasília, 2007.

\_\_\_\_\_. **A prática tecnológica** (mimeo.) UnB, Brasília, 2007.

\_\_\_\_\_. **O debate sobre a autonomia/não-autonomia da tecnologia na sociedade** (mimeo). UnB, Brasília, 2007.

\_\_\_\_\_. **Sociologia da Tecnologia: bioprospecção e Legitimação**. São Paulo: Editora Centauro, 2009.

\_\_\_\_\_. **Ciência, Verdade e Sociedade**. Belo Horizonte, Fabrefactum, 2012.

WEBER, M. **Metodologia das ciências sociais**. São Paulo: Cortez; Campinas: Ed. Unicamp, 1995.

WINNER, L. Social construtivism: opening the black box and finding empy. In: Sharff R. C.; Dusek, V. (Orgs.). **Philosophy of Technology: The Technological Condition, an Anthology**. Oxford, Blackweell Publishing Ltd, 2006.

## Apêndice I Questionário utilizado na pesquisa

### Conteúdo do formulário eletrônico do Diretório de Instituições e Infraestruturas de Pesquisa da Plataforma Lattes (DIIP-Lattes)

#### Apresentação

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) estão realizando, em parceria com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), um amplo diagnóstico sobre as condições da infraestrutura de pesquisa científica e tecnológica disponível no País, nas suas Universidades e Instituições de Pesquisa.

Essa é uma das novidades do novo Diretório de Instituições que, além das informações cadastrais disponíveis atualmente, contém um formulário específico para a infraestrutura de pesquisa existente nas instituições, com informações e indicadores sobre a situação atual dos laboratórios e principais equipamentos. Esse levantamento será realizado em bases periódicas, tal como o Diretório dos Grupos de Pesquisa (DGP), e suprirá a carência de uma base de informações consolidadas sobre a infraestrutura de pesquisa brasileira. Esse diagnóstico tem, portanto, os seguintes objetivos:

- Levantar a situação e as condições de uso da infraestrutura de pesquisa no país a fim de identificar quais são os principais gargalos e carências de investimento;
- Fornecer à comunidade científica e tecnológica e às empresas o acesso, pela internet, a informações sobre as infraestruturas de pesquisa existentes, sua localização, possibilidades e condições de uso;
- Fomentar parcerias entre instituições, ICTs e empresas;
- Criar um instrumento de gestão para as próprias instituições de pesquisa e universidades brasileiras;
- Construir um banco de dados dinâmico que permita o acompanhamento sistemático e a produção de relatórios periódicos sobre o parque de nacional de pesquisa.

O MCTI, o CNPq, a FINEP e o IPEA agradecem desde já sua colaboração.

#### 1. Caracterização

##### Identificação

As informações sobre instituição de vínculo, unidade de vínculo e nome do Laboratório/Infraestrutura são cadastradas previamente no sistema pelo dirigente de pesquisa da instituição.

Nome da infraestrutura		Sigla	
Instituição de vínculo		Ano de início de operação	
Unidade de vínculo		Área física de P&D (m <sup>2</sup> )	

**Definição:** a área física de P&D corresponde a área utilizada pelas instalações físicas que abrigam os equipamentos e instrumentos usados nas atividades de P&D. O cálculo dessa área não deve considerar espaços destinados a atividades administrativas e áreas de convivência ou espaços que não sejam usados diretamente nas atividades de pesquisa.

Classificação da infraestrutura <sup>1</sup>	
<input type="radio"/> Base de dados	<input type="radio"/> Estação ou rede de monitoramento
<input type="radio"/> Biblioteca ou acervo	<input type="radio"/> Estufa, câmara de crescimento ou viveiro
<input type="radio"/> Biotério	<input type="radio"/> Laboratório
<input type="radio"/> Centro de computação científica	<input type="radio"/> Laboratório de informática para uso didático
<input type="radio"/> Coleção de recursos biológicos	<input type="radio"/> Navio de pesquisa ou laboratório flutuante
<input type="radio"/> Coleção de recursos minerais	<input type="radio"/> Observatório
<input type="radio"/> Datacenter ou infraestrutura de TI	<input type="radio"/> Planta ou usina piloto
<input type="radio"/> Estação ou fazenda experimental	<input type="radio"/> Reserva
<input type="radio"/> Outro, qual? <input type="text"/>	

**Nota(s):** 1) O formulário completo para preenchimento é disponibilizado apenas para as seguintes categorias de infraestrutura: Estação ou rede de monitoramento; Laboratório; Navio de pesquisa ou laboratório flutuante; Observatório; Planta ou usina piloto. Caso a infraestrutura não se enquadre em nenhuma dessas categorias, deve-se preencher apenas as informações do menu "Caracterização".

## Descrição

Faça uma breve descrição dos aspectos mais importantes do laboratório/infraestrutura (o que é, o que faz e principais competências).

**Descrição do laboratório/ infraestrutura** (campo aberto, com até 1.000 caracteres).

--

## Coordenação

**Definição:** o coordenador é o responsável, junto à administração superior da instituição, pelo gerenciamento do laboratório/infraestrutura e pelo preenchimento deste formulário. Suas atribuições envolvem: supervisão da equipe de pesquisadores e da equipe de apoio técnico; gerenciamento da utilização do espaço físico e dos equipamentos e instrumentos disponíveis; interlocução e contato com outras instituições de pesquisa ou universidades; organização dos projetos de pesquisa a serem desenvolvidos no laboratório/infraestrutura e alocação da equipe e dos equipamentos entre os diferentes projetos; inclusão e atualização dos dados do laboratório/infraestrutura no sistema.

**Coordenador(es)/ Responsável(is)<sup>1</sup>**

<b>Nome</b>		<b>Telefone</b>	
<b>E-mail</b>		<b>Currículo Lattes</b>	

**Nota(s):** 1) O coordenador é cadastrado previamente no sistema pelo dirigente de pesquisa da instituição. Pode haver mais de um coordenador para o mesmo laboratório/infraestrutura, porém apenas um deles é habilitado a incluir e atualizar os dados no sistema.

**Endereço/Contato**

<b>Endereço</b>		<b>Município</b>	
<b>Complemento</b>		<b>CEP</b>	
<b>Bairro</b>		<b>UF</b>	
<b>Localização georeferenciada</b>	Busca da localização geográfica pelo sistema		
<b>Telefone</b>		<b>Website</b>	
<b>Fax</b>		<b>E-mail</b>	

## 2. Áreas de atuação

### Áreas predominantes

**Definição:** áreas do conhecimento listadas pelo CNPq (<http://www.cnpq.br/areasconhecimento/index.htm>) nas quais se desenvolvem pesquisas no laboratório/infraestrutura.

Cadastre uma ou mais áreas predominantes de atuação da infraestrutura a partir da relação disponível de Áreas do Conhecimento.

<b>Grande área</b>		<b>Subárea</b>	
<b>Área</b>		<b>Especialidade</b>	

### Linhas de pesquisa

**Definição:** temas aglutinadores de pesquisa de onde se originam projetos cujos resultados guardam afinidades entre si.

Indique as principais linhas de pesquisa desenvolvidas na infraestrutura.

<b>Linha de pesquisa</b>		<b>Área de conhecimento</b>	
<b>Objetivo</b>		<b>Setor de aplicação</b>	
<b>Palavras-chave</b>			

### 3. Equipe

**Definição:** pessoal que trabalha regularmente, com alguma carga horária semanal, no laboratório/infraestrutura (incluindo coordenadores, pesquisadores, tecnologistas, técnicos e estudantes). Trata-se das pessoas que garantem o funcionamento e são corresponsáveis pelos equipamentos/instalações ou que estejam envolvidas com as principais atividades/pesquisas desenvolvidas no laboratório/infraestrutura.

#### Pesquisadores

Identifique os pesquisadores e tecnologistas que trabalham regularmente na infraestrutura, excluindo técnicos, estudantes e bolsistas de formação e qualificação.

<b>Nome</b>		<b>Currículo Lattes</b>	
<b>Data de nascimento</b>		<b>País de nascimento</b>	

<b>Titulação máxima</b>	<b>Tipo de vínculo</b>	<b>Tempo de dedicação</b>
<input type="radio"/> Doutorado <input type="radio"/> Mestrado <input type="radio"/> Mestrado profissional <input type="radio"/> Especialização <input type="radio"/> Graduação <input type="radio"/> Ensino médio (2º grau) <input type="radio"/> Educação profissional de nível técnico	<input type="radio"/> Servidor público <input type="radio"/> Celetista <input type="radio"/> Bolsista <input type="radio"/> Pesquisador visitante <input type="radio"/> Outro: <input type="text"/>	<input type="radio"/> Até 10 h semanais <input type="radio"/> Mais de 10h a 20h semanais <input type="radio"/> Mais 20h a 30h semanais <input type="radio"/> Mais de 30h semanais

#### Técnicos

**Definição:** profissionais de apoio técnico-administrativo que dão suporte ao funcionamento do laboratório/infraestrutura.

Indique o número de profissionais de apoio técnico-administrativo da infraestrutura, excluindo pesquisadores, tecnologistas, estudantes, bolsistas de iniciação à pesquisa e bolsistas de formação e qualificação.

<b>Equipe de apoio técnico-administrativo</b>	<b>Quantidade por tipo de vínculo</b>		
	<b>Servidor/Funcionário</b>	<b>Prestador de Serviço/ Terceirizado</b>	<b>Outro</b>
<b>Doutor</b>			
<b>Mestre</b>			
<b>Especialista</b>			
<b>Graduado</b>			
<b>Nível médio/Técnico</b>			
<b>Apoio administrativo</b>			

Não possui equipe técnica-administrativa

#### Estudantes

Indique o número de estudantes de pós-graduação ou de graduação que participam das atividades da infraestrutura, incluindo bolsistas de formação e qualificação e bolsistas de iniciação à pesquisa.

<b>Graduação</b>		<b>Mestrado</b>	
<b>Especialização</b>		<b>Doutorado</b>	

Não há estudantes na equipe

### 4. Equipamentos

#### Equipamentos relevantes

**Definição:** Principais equipamentos de P&D existentes, com custo de aquisição igual ou superior a R\$ 100 mil, cruciais para as atividades de pesquisa do laboratório. O foco do formulário são os equipamentos mais relevantes para o laboratório/infraestrutura e não aqueles que possuem papel acessório nas pesquisas realizadas ou que possuem valor pouco significativo.

A infraestrutura/ laboratório possui equipamentos de pesquisa com valor unitário superior a R\$ 100 mil?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
--	---------------------------	---------------------------

(Se a resposta for não, passe para o campo Situação Atual)

Informe os principais equipamentos de P&D da infraestrutura:

Equipamento com desenvolvimento ou fabricação própria?	Tipo de equipamento	Classificação
<input type="radio"/> Sim <input type="radio"/> Não	<input type="radio"/> Equipamento unitário <input type="radio"/> Sistema	<input type="radio"/> Analisadores de propriedades físico químicas <input type="radio"/> Cromatógrafos e Espectrômetros <input type="radio"/> Equipamentos de informática <input type="radio"/> Instrumentos bioanalíticos <input type="radio"/> Microscópios <input type="radio"/> Outro: <input type="text"/>

Nome		Ano/Período de aquisição	
Marca/modelo		Custo de aquisição (R\$/US\$)	
Especificações			

Entidade financiadora	Situação do equipamento	Estado do equipamento
<input type="radio"/> Capes <input type="radio"/> CNPq <input type="radio"/> Empresa privada <input type="radio"/> Finep <input type="radio"/> FAP <input type="radio"/> Orçamento da própria instituição <input type="radio"/> Outra empresa pública <input type="radio"/> Outra instituição pública <input type="radio"/> Petrobrás <input type="radio"/> Prestação de serviços <input type="radio"/> Outra: <input type="text"/>	<input type="radio"/> Em instalação <input type="radio"/> Em operação <input type="radio"/> Inoperante	<input type="radio"/> Atualizado <input type="radio"/> Desatualizado <input type="radio"/> Obsoleto

## 5. Situação atual

### Ano-base

**Definição:** O ano-base é o ano de referência das informações relativas às atividades, utilização, valores, custos, receitas e condições atuais do laboratório/infraestrutura. O preenchimento das informações deve ter como parâmetro a situação da infraestrutura no ano anterior.

Ano-base	2013 (ano-base 2012)
----------	----------------------

### Principais atividades

Assinale uma ou mais atividades desenvolvidas pelo laboratório/infraestrutura e indique a intensidade de uso em cada atividade assinalada.

Principais atividades	Intensidade de uso
<input type="checkbox"/> Atividades de pesquisa <sup>1</sup>	<input type="radio"/> contínuo <input type="radio"/> alguns dias da semana <input type="radio"/> alguns dias do mês <input type="radio"/> esporádico
<input type="checkbox"/> Atividades de ensino <sup>2</sup>	<input type="radio"/> contínuo <input type="radio"/> alguns dias da semana <input type="radio"/> alguns dias do mês <input type="radio"/> esporádico
<input type="checkbox"/> Desenvolvimento de tecnologias <sup>3</sup>	<input type="radio"/> contínuo <input type="radio"/> alguns dias da semana <input type="radio"/> alguns dias do mês <input type="radio"/> esporádico
<input type="checkbox"/> Prestação de serviços tecnológicos (testes, ensaios etc.) <sup>4</sup>	<input type="radio"/> contínuo <input type="radio"/> alguns dias da semana <input type="radio"/> alguns dias do mês <input type="radio"/> esporádico
<input type="checkbox"/> Atividades de extensão tecnológica	<input type="radio"/> contínuo <input type="radio"/> alguns dias da semana <input type="radio"/> alguns dias do mês <input type="radio"/> esporádico
<input type="checkbox"/> Outra: <input type="text"/>	<input type="radio"/> contínuo <input type="radio"/> alguns dias da semana <input type="radio"/> alguns dias do mês <input type="radio"/> esporádico

**Definições:** 1) Atividades de pesquisa básica ou aplicada realizadas por docentes, pesquisadores ou técnicos da própria instituição e/ou convidados ligados às áreas de atuação do laboratório / infraestrutura; 2) Atividades de ensino para formação acadêmica ou técnica realizadas por docentes, pesquisadores ou técnicos da própria instituição e/ou convidados ligados às áreas de atuação do laboratório / infraestrutura; 3) Atividades ligadas à pesquisa, desenvolvimento e produção de novos produtos, processos produtivos ou serviços; 4) Prestação de serviço tecnológico, de pesquisa ou de apoio à inovação por meio de instrumento formal (acordo/convênio) e/ou mediante remuneração.

## Usuários externos

**Definição:** todos os usuários que não fazem parte da equipe da infraestrutura, inclusive aqueles vinculados à mesma instituição.

O laboratório/infraestrutura é aberto à utilização por usuários externos?	<input type="radio"/> Sim	<input type="radio"/> Não
---	---------------------------	---------------------------

Assinale a política de acesso e os procedimentos adotados para a utilização do laboratório/infraestrutura por usuários externos (marque uma ou mais alternativas).

Política de acesso	Procedimentos para utilização
<input type="checkbox"/> Acordo de cooperação, contrato ou convênio	<input type="checkbox"/> Agendamento prévio
<input type="checkbox"/> Vínculo do projeto às linhas de pesquisa da infraestrutura	<input type="checkbox"/> Termo de responsabilidade ou confidencialidade
<input type="checkbox"/> Parceria com a equipe da infraestrutura	<input type="checkbox"/> Usuário executa o ensaio/experimento e opera os equipamentos
<input type="checkbox"/> Solicitação prévia ao coordenador	<input type="checkbox"/> Treinamento antes da utilização
<input type="checkbox"/> Preenchimento de formulário específico	<input type="checkbox"/> Usuário executa o ensaio/ experimento sob a supervisão da equipe da infraestrutura
<input type="checkbox"/> Avaliação por Comissão de Especialistas	<input type="checkbox"/> A equipe da infraestrutura executa o ensaio/ experimento para o usuário
<input type="checkbox"/> Avaliação da viabilidade técnica do projeto	<input type="checkbox"/> Ensaio/ experimento acompanhado remotamente pelo usuário
<input type="checkbox"/> Disponibilização dos dados primários para usuários externos	<input type="checkbox"/> Resultados são disponibilizados posteriormente para o usuário
<input type="checkbox"/> Aberto para fins didáticos	<input type="checkbox"/> Usuário fornece/ressarce os insumos (reagentes, materiais, amostras) de seu projeto
<input type="checkbox"/> Mediante remuneração (prestação de serviços)	<input type="checkbox"/> Outro: <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Outro: <input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Não existem procedimentos formais para utilização
<input type="checkbox"/> Não há política formal de acesso	

Indique a quantidade de usuários externos do laboratório/infraestrutura no ano de referência.

Tipos de usuários externos	Brasil	Exterior
Pesquisadores da mesma instituição (exceto a equipe da infraestrutura)		
Pesquisadores de outras instituições		
Alunos de pós-graduação		
Alunos de graduação		
Pesquisadores de empresas		
<input type="checkbox"/> Não houve demanda de usuários externos		

## Cooperação

Assinale um ou mais tipos de cooperação desenvolvidos pela instituição com participação relevante do laboratório/infraestrutura e indique o grau de importância de cada tipo assinalado.

Tipo de cooperação	Grau de importância		
<input type="checkbox"/> Cooperação com outras instituições de pesquisa no Brasil	<input type="radio"/> alto	<input type="radio"/> médio	<input type="radio"/> baixo
<input type="checkbox"/> Cooperação com outras instituições de pesquisa no Exterior	<input type="radio"/> alto	<input type="radio"/> médio	<input type="radio"/> baixo
<input type="checkbox"/> Cooperação com empresas no Brasil	<input type="radio"/> alto	<input type="radio"/> médio	<input type="radio"/> baixo
<input type="checkbox"/> Cooperação com empresas no Exterior	<input type="radio"/> alto	<input type="radio"/> médio	<input type="radio"/> baixo
<input type="checkbox"/> Participação em projetos de cooperação financiados/apoiados por agências de fomento brasileiras	<input type="radio"/> alto	<input type="radio"/> médio	<input type="radio"/> baixo
<input type="checkbox"/> Participação em projetos de cooperação financiados/apoiados por agências de fomento internacionais	<input type="radio"/> alto	<input type="radio"/> médio	<input type="radio"/> baixo
<input type="checkbox"/> Outro. Qual <input type="text"/>	<input type="radio"/> alto	<input type="radio"/> médio	<input type="radio"/> baixo
<input type="checkbox"/> Não desenvolveu atividades de cooperação			

## Prestação de serviços

**Definição:** Prestação de serviço tecnológico, de pesquisa ou de apoio à inovação por meio de instrumento formal (acordo/convênio) e/ou mediante remuneração.

O laboratório/infraestrutura prestou algum tipo de serviço técnico-científico?  Sim  Não

Assinale os principais usuários/ clientes de cada tipo de serviço técnico-científico prestado pelo laboratório/infraestrutura:

Serviços técnico-científicos	Clientes/usuários			
	Empresas	Pesquisadores	Governo	Outro
Acesso a banco de células, microrganismos etc.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise de materiais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Análise de propriedades físico-químicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calibração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Certificação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Consultoria e assessoria técnico-científicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elaboração e testes de protótipos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ensaio e testes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Exames laboratoriais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informação tecnológica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Inspeção	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Manutenção de equipamentos científicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Metrologia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Scale up (escalonamento)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Serviços ambientais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Outro. Qual?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Acreditação

**Definição:** reconhecimento formal, concedido por um organismo autorizado, de que o laboratório/infraestrutura foi avaliado, segundo guias e normas nacionais e internacionais e tem competência técnica e gerencial para realizar tarefas específicas de avaliação de conformidade para terceiros.

O laboratório/infraestrutura é acreditado?  Sim  Não  Não se aplica

(Resposta sim, abra formulário para as duas questões seguintes. Outras respostas, pula para próxima seção)

Assinale uma ou mais modalidades de acreditação do laboratório/infraestrutura.

Modalidade	Classe de ensaio / grupos de serviços	
<input type="checkbox"/> Ensaio	<input type="checkbox"/> Ensaio acústicos, de vibrações e choque <input type="checkbox"/> Ensaio biológicos <input type="checkbox"/> Ensaio de radiações ionizantes <input type="checkbox"/> Ensaio elétricos e magnéticos <input type="checkbox"/> Mecânicos	<input type="checkbox"/> Ensaio não destrutivos <input type="checkbox"/> Ensaio ópticos <input type="checkbox"/> Ensaio químicos <input type="checkbox"/> Ensaio térmicos
<input type="checkbox"/> Calibração	<input type="checkbox"/> Acústica e vibrações <input type="checkbox"/> Alta frequência e telecomunicações <input type="checkbox"/> Dimensional <input type="checkbox"/> Eletricidade <input type="checkbox"/> Físico-química <input type="checkbox"/> Força, torque e dureza <input type="checkbox"/> Massa	<input type="checkbox"/> Óptica <input type="checkbox"/> Pressão <input type="checkbox"/> Temperatura e umidade <input type="checkbox"/> Tempo e frequência <input type="checkbox"/> Vazão <input type="checkbox"/> Viscosidade
<input type="checkbox"/> Certificação		
<input type="checkbox"/> Análises clínicas		
<input type="checkbox"/> Boas práticas laboratoriais (BPL)		
<input type="checkbox"/> Produtor de materiais de referência		
<input type="checkbox"/> Provedor de ensaios de proficiência		
<input type="checkbox"/> Outro:	<input type="checkbox"/> Outro:	

Indique um ou mais órgão(s) acreditador(es) do laboratório/infraestrutura

Órgão acreditador	
<input type="checkbox"/>	INMETRO
<input type="checkbox"/>	Outro:
<input type="checkbox"/>	Outro:

## Valores, custos e receitas

### Estimativa de valores globais

Indique a faixa de valor global estimada dos itens abaixo.

Laboratório/ Infraestrutura	Equipamentos de pesquisa
<input type="radio"/> Até R\$ 500 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 500 mil até R\$ 1 milhão <input type="radio"/> Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 3 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 3 milhões até R\$ 5 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 5 milhões até R\$ 10 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 10 milhões até R\$ 20 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 20 milhões até R\$ 30 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 30 milhões até R\$ 50 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 50 milhões até R\$ 100 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 100 milhões até R\$ 200 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 200 milhões	<input type="radio"/> Até R\$ 100 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 100 mil até R\$ 250 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 250 mil até R\$ 500 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 500 mil até R\$ 1 milhão <input type="radio"/> Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 2 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 2 milhões até R\$ 3 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 3 milhões até R\$ 5 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 5 milhões até R\$ 7 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 7 milhões até R\$ 10 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 10 milhões até R\$ 15 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 15 milhões até R\$ 20 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 20 milhões até R\$ 30 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 30 milhões até R\$ 40 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 40 milhões até R\$ 50 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 50 milhões

Custos operacionais	Receitas
<input type="radio"/> Até R\$ 50 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 50 mil até R\$ 100 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 100 mil até R\$ 150 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 150 mil até R\$ 200 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 200 mil até R\$ 300 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 300 mil até R\$ 500 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 500 mil até R\$ 750 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 750 mil até R\$ 1 milhão <input type="radio"/> Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 2 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 2 milhões até R\$ 5 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 5 milhões <input type="radio"/> Não é possível estimar	<input type="radio"/> Até R\$ 50 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 50 mil até R\$ 100 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 100 mil até R\$ 150 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 150 mil até R\$ 200 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 200 mil até R\$ 300 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 300 mil até R\$ 500 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 500 mil até R\$ 750 mil <input type="radio"/> Acima de R\$ 750 mil até R\$ 1 milhão <input type="radio"/> Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 2 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 2 milhões até R\$ 5 milhões <input type="radio"/> Acima de R\$ 5 milhões <input type="radio"/> Não é possível estimar

### Impacto dos itens da despesa no custo operacional global

Indique o grau de impacto dos itens que compõem o custo operacional da infraestrutura

Item de despesa	Grau de Impacto				
Pessoal (salários, bolsas, benefícios etc)	<input type="radio"/> Insignificante	<input type="radio"/> Baixo	<input type="radio"/> Médio	<input type="radio"/> Alto	<input type="radio"/> Muito alto
Energia	<input type="radio"/> Insignificante	<input type="radio"/> Baixo	<input type="radio"/> Médio	<input type="radio"/> Alto	<input type="radio"/> Muito alto
Insumos para pesquisa	<input type="radio"/> Insignificante	<input type="radio"/> Baixo	<input type="radio"/> Médio	<input type="radio"/> Alto	<input type="radio"/> Muito alto
Manutenção	<input type="radio"/> Insignificante	<input type="radio"/> Baixo	<input type="radio"/> Médio	<input type="radio"/> Alto	<input type="radio"/> Muito alto
Outro:	<input type="radio"/> Insignificante	<input type="radio"/> Baixo	<input type="radio"/> Médio	<input type="radio"/> Alto	<input type="radio"/> Muito alto

## Fontes de Receitas

Indique os valores recebidos para o desenvolvimento de projetos e para investimento (capital), excluindo aqueles destinados ao custeio de despesas ordinárias da infraestrutura.

Fontes de receita	Receitas (em R\$)
Capex	<input type="text"/>
CNPq	<input type="text"/>
Empresa privada	<input type="text"/>
Finep	<input type="text"/>
Fundação estadual de amparo à pesquisa	<input type="text"/>
Orçamento da própria instituição	<input type="text"/>
Outra empresa pública	<input type="text"/>
Outra instituição pública	<input type="text"/>
Petrobrás	<input type="text"/>
Prestação de serviços	<input type="text"/>
Outra <input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Não teve nenhuma fonte adicional de recursos	

## Condições atuais

Assinale a opção que melhor expressa a capacidade técnica do laboratório/infraestrutura em relação aos padrões observados no Brasil e no Exterior.

Avaliação da capacidade técnica
<input type="radio"/> Avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no Exterior
<input type="radio"/> Avançada em relação aos padrões brasileiros, mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero no Exterior
<input type="radio"/> Adequada e compatível com a observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil
<input type="radio"/> Insuficiente em relação à observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil
<input type="radio"/> Não sabe

Avalie as condições atuais do laboratório/infraestrutura.

Avaliação das condições atuais de operação	
Instalações físicas	<input type="radio"/> Ruim <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Muito bom <input type="radio"/> Não se aplica
Equipamentos	<input type="radio"/> Ruim <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Muito bom <input type="radio"/> Não se aplica
Manutenção	<input type="radio"/> Ruim <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Muito bom <input type="radio"/> Não se aplica
Insumos de pesquisa	<input type="radio"/> Ruim <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Muito bom <input type="radio"/> Não se aplica
Outro: <input type="text"/>	<input type="radio"/> Ruim <input type="radio"/> Regular <input type="radio"/> Bom <input type="radio"/> Muito bom <input type="radio"/> Não se aplica

Avalie os recursos humanos disponíveis para a operação do laboratório/infraestrutura

Avaliação dos recursos humanos	
Número de pesquisadores	<input type="radio"/> Inadequado <input type="radio"/> Pouco adequado <input type="radio"/> Adequado <input type="radio"/> Não se aplica
Formação dos pesquisadores	<input type="radio"/> Inadequado <input type="radio"/> Pouco adequado <input type="radio"/> Adequado <input type="radio"/> Não se aplica
Número de profissionais de apoio técnico	<input type="radio"/> Inadequado <input type="radio"/> Pouco adequado <input type="radio"/> Adequado <input type="radio"/> Não se aplica
Qualificação dos profissionais de apoio técnico	<input type="radio"/> Inadequado <input type="radio"/> Pouco adequado <input type="radio"/> Adequado <input type="radio"/> Não se aplica

Indique o período da última modernização, atualização ou recuperação do laboratório/infraestrutura, com custo equivalente a pelo menos 10% de seu valor global.

Período da última modernização		
<input type="radio"/> Até de 1 ano	<input type="radio"/> Mais de 5 até 10 anos	<input type="radio"/> Mais de 15 anos
<input type="radio"/> Mais de 1 até 5 anos	<input type="radio"/> Mais de 10 até 15 anos	<input type="radio"/> Não houve

## Apêndice II Relação das instituições e infraestruturas pesquisadas

### GRUPO I - Instituições com Foco na Amazônia ou em outros Biomas

#### IDSMM - Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá

Qualificado como Organização Social pelo MCTI em 1999, desenvolve atividades de pesquisa, manejo e assessoria técnica nas áreas das Reservas Mamirauá e Amanã, na região do Médio Solimões, no Estado do Amazonas. Com sede em Tefé (AM), o Instituto tem por missão "promover pesquisa científica para a conservação da biodiversidade através de manejo participativo e sustentável dos recursos naturais na Amazônia".

Diretor: Hélder Lima de Queiroz

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
4993	3841624324641490	Laboratório de Ecologia Florestal (EcoFlorestal)	Tefé (AM)
4220	9214148901519123	Laboratório de Qualidade da Água e Meio Ambiente (LAQUA)	Tefé (AM)
4364	0187719862503953	Laboratório de Vertebrados Terrestres e Biologia de Repteis (ECOVERT)	Tefé (AM)

#### INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Criado em 1952, tornou-se referência mundial em Biologia Tropical e tem por missão "gerar e disseminar conhecimentos e tecnologias e capacitar recursos humanos para o desenvolvimento da Amazônia". O Instituto conta com três campi localizados em Manaus (AM) e com núcleos de pesquisas nas cidades de Boa Vista (RR), Rio Branco (AC), Porto Velho (RO) e Santarém (PA). Em 2013, estava implantando um escritório regional em São Gabriel da Cachoeira (AM).

Diretor: Adalberto Luis Val

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
4072	3946654232079880	Central Analítica do Laboratório Temático de Química de Produtos Naturais (CA-LTQPN)	Manaus (AM)
3646	6099720189453218	Ecofisiologia e Dendroecologia da Vegetação Alagável (EDEN)	Manaus (AM)
2723	9511020958628228	Laboratório de Bionomia e Sistemática de Culicidae (LBSC)	Manaus (AM)
5542	1141934171809557	Laboratório de Bioprospecção (LABB)	Manaus (AM)
5390	3830929899081577	Laboratório de Bioquímica de Alimentos e Fisiologia Pós-colheita	Manaus (AM)
2805	5762992249686061	Laboratório de Carcinologia	Manaus (AM)
5228	7994582338964456	Laboratório de Ecologia Aquática (LEA)	Manaus (AM)
2640	5122195498463416	Laboratório de Ecologia Interação Inseto/Planta (LEIIP)	Manaus (AM)
3836	3869445416336293	Laboratório de Fisiologia Comportamental (LFCE)	Manaus (AM)
4405	0808282556674001	Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Vegetal (LFBV)	Manaus (AM)
4317	4461954141408643	Laboratório de Fitopatologia	Manaus (AM)
5301	6102490845925191	Laboratório de Genética e Melhoramento de Hortaliças	Manaus (AM)
4794	1789358938304170	Laboratório de Manejo e Fauna (LMF)	Manaus (AM)
5808	1849878420181450	Laboratório de Micobacteriologia - Grupo de Microbiologia Médica	Manaus (AM)
5174	6910965156256513	Laboratório de Microbiologia de Alimentos	Manaus (AM)
3349	8501815506120615	Laboratório de Microbiologia do Solo (LEBM)	Manaus (AM)
3350	7439937468750024	Laboratório de Parasitologia de Peixes (LPP)	Manaus (AM)
4276	6464593916651436	Laboratório de Populações e Evolução de Mosquitos Vetores de Malária e Dengue (LGPEMMD)	Manaus (AM)
5201	1155045589048667	Laboratório de Princípios Ativos da Amazônia (LAPAAM)	Manaus (AM)
4502	8032187013577950	Laboratório de Química de Madeira (LQM)	Manaus (AM)
5286	5524466056862731	Laboratório de Química de Produtos Naturais (INPA)	Manaus (AM)
4561	3189694036498107	Laboratório de Semente II	Manaus (AM)
5275	7986830069033608	Laboratório de Sementes	Manaus (AM)
4624	4667872848967329	Laboratório de Vetores da Malária e Dengue - Casa 15, Controle Biológico	Manaus (AM)
4201	5467215770417156	Laboratório Temático de Físico Química de Alimentos (LFQA)	Manaus (AM)
4778	1603676481294900	Laboratório Temático de Microscopia Eletrônica e Óptica (LTMOE)	Manaus (AM)

## INSA - Instituto Nacional do Semiárido

Criado em 2004, com sede em Campina Grande (PB), tem por missão "viabilizar soluções interinstitucionais para desafios de articulação, pesquisa, formação, difusão e políticas para o desenvolvimento sustentável do Semiárido brasileiro, a partir de uma filosofia que assume a semiaridez como vantagem".

Diretor: Ignacio Hernan Salcedo

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
4848	9599643479209103	Biogeoquímica Ambiental	Campina Grande (PB)
2378	1176917104759156	Bioquímica de Produtos Naturais	Campina Grande (PB)
3978	5838542693152531	Difratometria de Raios-X	Campina Grande (PB)
4889	6890053862663804	Geoprocessamento	Campina Grande (PB)
5505	2705868314458281	Núcleo de Desertificação	Campina Grande (PB)
2543	5828473086121632	Recursos Genéticos	Campina Grande (PB)

## MPEG - Museu Paraense Emílio Goeldi

Fundado em 1866, em Belém (PA), é a instituição científica mais antiga da Amazônia e o segundo maior museu de história natural do Brasil. Tem como missão "realizar pesquisas, promover a inovação científica, formar recursos humanos, conservar acervos e comunicar conhecimentos nas áreas de ciências naturais e humanas relacionadas à Amazônia".

Diretor: Nilson Gabas Júnior

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
2682	0930499435154808	Coleção Herpetologia (LH)	Belém (PA)
3165	1038570022805384	Laboratório de Análise de Línguas Indígenas (LING)	Belém (PA)
3229	4021116144417374	Laboratório de Anatomia Vegetal (LAVEG)	Belém (PA)
8521	6886804142474767	Laboratório de Antropologia dos Meios Aquáticos (LAMAq)	Belém (PA)
3625	2501218095850105	Laboratório de Arqueologia - Reserva Técnica Mário Simões	Belém (PA)
1968	5197200093816056	Laboratório de Ecologia (LABECOL)	Belém (PA)
4048	7548781826592118	Laboratório de Ecologia de Invertebrados (LEI)	Belém (PA)
3001	4252753655405018	Laboratório de Etnobotânica	Belém (PA)
2961	4271102829089335	Laboratório de Ictiologia (LIC)	Belém (PA)
4413	9967523585404524	Laboratório de Microscopia Óptica (LABMO)	Belém (PA)
4362	5576712167089493	Laboratório de Morfologia de Frutos, Sementes e Plântulas (LMFS)	Belém (PA)
2237	4088521182324136	Laboratório de Sedimentologia/Polimento (LASEDS)	Belém (PA)
1964	2987614971811189	Laboratório Institucional de Microscopia Eletrônica de Varredura	Belém (PA)
5360	9057857653108574	Unidade de Análises Espaciais (UAS)	Belém (PA)

## GRUPO II - Instituições com Foco em Ciência

### CBPF - Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas

Fundado em 1949, com sede no Rio de Janeiro (RJ), tornou-se centro de referência nacional em sua área de atuação e tem a missão de "realizar pesquisa básica em Física e desenvolver suas aplicações, atuando como instituto nacional de Física do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e polo de investigação científica e de formação, treinamento e aperfeiçoamento de pessoal científico".

Diretor: Fernando Lázaro Freire Junior

Diretor substituto: Ronald Cintra Shellard

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
2848	3716343560864671	Laboratório de Criogenia (LABCRIO)	Rio de Janeiro (RJ)
5044	1557364799042888	Laboratório de Física da Matéria Condensada (EXP)	Rio de Janeiro (RJ)
4944	5771770853607676	Laboratório de Física de Altas Energias (LAFEX)	Rio de Janeiro (RJ)
3510	8614244964167383	Laboratório de Superfícies (LabSurf)	Rio de Janeiro (RJ)
3556	4204141636878532	Laboratório Multiusuário de Nanociência e Nanotecnologia (LABNANO)	Rio de Janeiro (RJ)

## IMPA - Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada

Foi criado em 1952, no Rio de Janeiro (RJ), como a primeira unidade de pesquisa do CNPq. Em 2000, a associação que administra o instituto foi qualificada como organização social pelo MCT. O instituto tem como missão "realizar pesquisas em ciências matemáticas e afins, formar pesquisadores, disseminar o conhecimento matemático em todos os seus níveis e integrá-lo a outras áreas da ciência, cultura, educação e do setor produtivo".

**Diretor:** César Leopoldo Camacho Manco

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
2901	5329778350049402	Laboratório de Análise e Modelagem Matemática em Ciências Aplicadas (LAMCA)	Rio de Janeiro (RJ)
3318	7998800516194539	Laboratório de Computação e Visualização Gráfica (VISGRAF)	Rio de Janeiro (RJ)
4011	3057427269919659	Laboratório de Dinâmica dos Fluidos (FLUID)	Rio de Janeiro (RJ)

## MAST - Museu de Astronomia e Ciências Afins

Criado em 1985, no Rio de Janeiro (RJ), a partir de um núcleo estudos de história da ciência do Observatório Nacional. Tem como missão "ampliar o acesso da sociedade ao conhecimento científico e tecnológico por meio da pesquisa, preservação de acervos, divulgação da história da ciência e da tecnologia no Brasil".

**Diretora:** Heloisa Bertol Domingues

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
1960	4869531980861983	Laboratório de Conservação de Objetos Metálicos (LAMET)	Rio de Janeiro (RJ)
3915	3502522409598338	Laboratório de Conservação e Restauração de Papel (LAPEL)	Rio de Janeiro (RJ)
2930	7686081169871253	Laboratório de Inovação de Recursos Educacionais (LIRE)	Rio de Janeiro (RJ)

## ON - Observatório Nacional

Fundado pelo Imperador D. Pedro I em 1827, no Rio de Janeiro (RJ), é uma das instituições científicas mais antigas do Brasil. Tem como missão "realizar pesquisa e desenvolvimento em Astronomia, Geofísica e Metrologia em Tempo e Frequência, formar pesquisadores em seus cursos de pós-graduação, capacitar profissionais, coordenar projetos e atividades nestas áreas e gerar, manter e disseminar a Hora Legal Brasileira".

**Diretor:** Sérgio Luiz Fontes

**Diretora substituta:** Teresinha de Jesus Alvarenga Rodrigues

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
3909	4661401106039483	Heliômetro (GIRASOL)	Rio de Janeiro (RJ)
2451	4522309356232864	Laboratório de Desenvolvimento de Sensores Magnéticos (LDSM)	Rio de Janeiro (RJ)
3948	9697659165030372	Laboratório de Geotermia (LabGeot)	Rio de Janeiro (RJ)
3448	6680205710097674	Laboratório de Gravimetria (LabGrav)	Vassouras (RJ)
5397	3119980407876751	Laboratório de Petrofísica do Observatório Nacional (LabPetrON)	Rio de Janeiro (RJ)
4381	4348148037558486	Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica (OASI)	Itacuruba (PE)
4997	3499250800756701	Rede Sísmica e Geomagnética do Rio de Janeiro (RSGRJ)	Rio de Janeiro (RJ)

## GRUPO III – Instituições que atuam como Laboratórios Nacionais

### CNPEM/ABTLuS - Centro Nacional de Pesquisas em Energia e Materiais

Teve origem, em 1987, com a construção do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS). A Associação Brasileira de Tecnologia de Luz Síncrotron (ABTLuS), antiga denominação do Centro, foi qualificada como OS pelo MCT em 1997. O Centro está sediado em Campinas (SP) e gerencia quatro laboratórios nacionais: o LNLS, que opera a única fonte de luz Síncrotron da América Latina e um conjunto de instrumentações científicas para análise dos mais diversos tipos de materiais; o Laboratório Nacional de Biociências (LNBio), que desenvolve pesquisas em áreas de fronteira da biociência, com foco em biotecnologia e fármacos; o Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE), que investiga novas tecnologias para a produção de etanol celulósico; e o Laboratório Nacional de Nanotecnologia (LNNano), que realiza investigações com materiais avançados, com grande potencial econômico para o País.

**Diretor:** Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
3211	7621547170710378	Grupo de Microscopia de Tunelamento e Força Atômica (MTA)	Campinas (SP)
3452	1205480342576454	Laboratório Automatizado de Cristalização de Macromoléculas (RoboLab)	Campinas (SP)
2636	8076760970315212	Laboratório de Análise de Microarranjos de Dna (LMA)	Campinas (SP)
2323	0129706636043438	Laboratório de Bioensaios (LBE)	Campinas (SP)
8541	2041218348082324	Laboratório de Caracterização e Processamento de Metais (CPM)	Campinas (SP)
4823	3239996313406695	Laboratório de Espectrometria de Massas (MAS)	Campinas (SP)
3197	4454760932729138	Laboratório de Espectroscopia e Calorimetria (LEC)	Campinas (SP)
2818	4509555761982132	Laboratório de Materiais Nanoestruturados (LMN)	Campinas (SP)
3717	4395324045432446	Laboratório de Microfabricação (LMF)	Campinas (SP)
5370	2671299030517947	Laboratório de Microscopia Eletrônica (LME)	Campinas (SP)
5780	7267311834866512	Laboratório de Modificação do Genoma (LMG)	Campinas (SP)
3988	6742626878047964	Laboratório de Ressonância Magnética Nuclear (RMN)	Campinas (SP)
3433	3339698593403515	Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)	Campinas (SP)
2836	3133754670480829	Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS)	Campinas (SP)

### LNA – Laboratório Nacional de Astrofísica

Sua origem remonta a criação, há mais de trinta anos, do Observatório Astrofísico Brasileiro (depois Observatório do Pico dos Dias), localizado entre os municípios mineiros de Brazópolis e Piranguçu. Instituído formalmente em 1985, com sede em Itajubá (MG), o LNA é um instituto de alta tecnologia e tem como missão *"planejar, desenvolver, prover, operar e coordenar os meios e a infraestrutura para fomentar, de forma cooperada, a astronomia observacional brasileira"*.

**Diretor:** Bruno Vaz de Castilho Souza

**Vice-Diretor:** Clemens Darwin Gueiding

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
1912	2233864876231032	Laboratório de Automação e Controle (LAC)	Itajubá (MG)
2943	2722393941889278	Laboratório de Metrologia Óptica (LMO)	Itajubá (MG)
4550	9189029918254618	Laboratório de Óptica e Fibras Ópticas (LABO)	Itajubá (MG)
3232	4959120317365533	Observatório do Pico dos Dias (OPD)	Brasópolis (MG)

### LNCC - Laboratório Nacional de Computação Científica

Criado em 1980, com sede em Petrópolis (RJ), tornou-se líder nacional e referência internacional na área de modelagem computacional. Tem como missão *"realizar pesquisa, desenvolvimento e formação de recursos humanos em Computação Científica, em especial na construção e aplicação de modelos e métodos matemáticos e computacionais na solução de problemas científicos e tecnológicos, bem como disponibilizar ambiente computacional para processamento de alto desempenho, tendo como finalidades o avanço do conhecimento e o atendimento às demandas da sociedade e do Estado brasileiro"*.

**Diretor:** Pedro Leite da Silva Dias

**Diretor substituto:** Leon Roque Sinay

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
5521	2299647430623353	Extreme Data Lab (DEXL)	Petrópolis (RJ)
4034	4627231358882393	Laboratório de Ambientes Colaborativos e Multimídia Aplicada (ACIMA)	Petrópolis (RJ)
2003	0206109834832794	Mecanismos e Arquiteturas de Teleinformática (MARTIN)	Petrópolis (RJ)
5475	5656574077177500	Visualização Científica e Realidade Virtual (LVCRV)	Petrópolis (RJ)

## GRUPO IV – Instituições da Área Nuclear

### CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear

Sua origem remonta a criação, em 1952, do Instituto de Pesquisas Radioativas (IPR), vinculado à Universidade Federal de Minas Gerais. Com sede em Belo Horizonte (MG), tem como missão *"gerar e difundir conhecimentos, disponibilizar*

produtos e serviços em benefício da sociedade por meio de pesquisa e desenvolvimento na área nuclear e em áreas correlatas".

**Diretor:** João Roberto Loureiro de Mattos

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
5354	6371370169680427	Amenonia Maria Ferreira Pinto (LEMRI)	Belo Horizonte (MG)
5177	0271133142732808	Estação Meteorológica do CDTN/CNEN (EMETCDTN)	Belo Horizonte (MG)
3379	5704544465847366	Laboratório de Análise de Tensões (LAT)	Belo Horizonte (MG)
2388	4820682088927529	Laboratório de Calibração de Dosímetros (LCD)	Belo Horizonte (MG)
2542	0811814081291107	Laboratório de Cimentação (LABCIM)	Belo Horizonte (MG)
4508	0630083076910669	Laboratório de Combustível Nuclear (LABCON)	Belo Horizonte (MG)
1906	9687621368624873	Laboratório de Corrosão (LABCORR)	Belo Horizonte (MG)
2898	5164867103757116	Laboratório de Ensaio de Embalagens de Transporte (LEET)	Belo Horizonte (MG)
3543	9167724512640246	Laboratório de Ensaio Mecânicos (LABMEC)	Belo Horizonte (MG)
4852	0950837477614067	Laboratório de Ensaio não Destrutivos (LABEND)	Belo Horizonte (MG)
4925	4411667514516184	Laboratório de Física Aplicada (LFA)	Belo Horizonte (MG)
3549	7048910107566264	Laboratório de Materiais Nanoestruturados para Bioaplicações	Belo Horizonte (MG)
2939	5230624199762910	Laboratório de Metalografia	Belo Horizonte (MG)
3182	4147676674399818	Laboratório de Microesferas Gel (LABMICROGEL)	Belo Horizonte (MG)
2394	2802464066348591	Laboratório de Nanoscopia (LABNANO)	Belo Horizonte (MG)
3028	3009200332459763	Laboratório de Radioproteção Aplicado a Mamografia (LARAM)	Belo Horizonte (MG)
2389	1542120228363485	Laboratório de Radônio (LR)	Belo Horizonte (MG)
5011	1087767708387296	Laboratório de Termo-Hidráulica (LABTEH)	Belo Horizonte (MG)
3406	8732593214306627	Laboratório de Trítio Ambiental (LTA)	Belo Horizonte (MG)
2877	6110709496889363	Laboratório/Planta Semi-Piloto de Extração por Solventes	Belo Horizonte (MG)
2370	6581668173709865	Laboratórios de Difração de Raios-X e Fluorescência de Raios-X (LAB. SETEM)	Belo Horizonte (MG)
2938	2820696372925876	Núcleo do Laboratório de Irradiação Gama (NUCLIG)	Belo Horizonte (MG)
3532	8071818648454925	Planta Piloto de Lixiviação e Precipitação Química	Belo Horizonte (MG)
3896	0675437437566478	Serviço de Monitoração Individual Externa (SMIE)	Belo Horizonte (MG)
2442	3396712756715286	Unidade de Pesquisa e Produção de Radiofármacos (UPPR)	Belo Horizonte (MG)
2541	1939387661943106	Unidade de Química Analítica (UQA)	Belo Horizonte (MG)
1944	9527524959232381	Unidade de Química Nuclear e Radioquímica (UQNR)	Belo Horizonte (MG)
2698	2551861502274053	Unidade de Radiobiologia (UR)	Belo Horizonte (MG)
4356	5090586449834508	Unidade de Radioquímica de Baixa Atividade (URBA)	Belo Horizonte (MG)
2393	1965945624765148	Unidade do Reator Triga Ipr-R1 (URT)	Belo Horizonte (MG)

### CRCN-CO - Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro Oeste

Localizado em uma unidade de conservação ambiental, no município de Abadia de Goiás (GO), é uma unidade da CNEN criada para abrigar e monitorar os depósitos de rejeitos oriundos do acidente radiológico de Goiânia, ocorrido em setembro de 1987.

**Coordenador:** Leonardo Bastos Lage

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
5040	8325216178825488	Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste (CRCN-CO)	Abadia de Goiás (GO)

### CRCN-NE - Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste

Criado em 1996, em Recife (PE), é o primeiro instituto de desenvolvimento tecnológico na área nuclear fora da região Sudeste. Tem como missão "levar à sociedade, em especial das regiões Norte e Nordeste, os benefícios da tecnologia nuclear, desenvolvendo e disponibilizando aplicações, produtos e serviços, gerando conhecimento e apoiando a formação de recursos humanos".

**Diretor:** Fernando Roberto de Andrade Lima

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
2501	6245411985513677	Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE)	Recife (PE)

## IPEN – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

Fundado em 1956 e localizado no *campus* da Universidade de São Paulo. Funciona como uma autarquia do Governo do Estado de São Paulo gerenciada pela CNEN. Desenvolve atividades de P&D e de formação de recursos humanos em vários setores da atividade nuclear, como aplicações das radiações e radioisótopos, reatores nucleares, materiais e ciclo do combustível, radioproteção e dosimetria.

**Superintendente:** José Carlos Bressiani

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
2852	0043660707942789	Centro de Biotecnologia (CB)	São Paulo (SP)
2960	6312634595184865	Centro de Células a Combustível e Hidrogênio (CCCH)	São Paulo (SP)
4189	8547861815830778	Cerâmicas Estruturais e Biomateriais (CE e Bio)	São Paulo (SP)
3970	7688965891409800	Diretoria de Radiofarmácia (DIRF)	São Paulo (SP)
2634	8252305516338478	Física Nuclear Experimental e da Matéria Condensada (FNEMC)	São Paulo (SP)
4814	2079141043077803	Gerência de Metrologia das Radiações (GMR)	São Paulo (SP)
1943	2258648309554528	Laboratório - Circuito de Circulação Natural - Cent (Cen) (CCN - CEN)	São Paulo (SP)
3925	9340591584708584	Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica (LAN)	São Paulo (SP)
3938	8901209505121487	Laboratório de Análise Térmica (LAT)	São Paulo (SP)
4469	1625766696824442	Laboratório de Análises Química e Ambientais (LAQA)	São Paulo (SP)
3403	7029975710935451	Laboratório de Caracterização por Análise de Imagem e Termoanálise (LC-CCN)	São Bernardo do Campo (SP)
4947	2674967640878518	Laboratório de Cloração e Redução e Laboratório de Componentes Sofc (CCTM)	São Paulo (SP)
4445	6581065179589529	Laboratório de Comportamento Mecânico de Materiais (LCM)	São Paulo (SP)
4474	5001198731219281	Laboratório de Cristalografia Aplicada a Ciência dos Materiais (CristalMat)	São Paulo (SP)
3551	6673278749919811	Laboratório de Cura de Materiais Poliméricos por Radiação Ultravioleta ou Feixe de Elétrons (LCMP)	São Paulo (SP)
3489	0239374233271606	Laboratório de Desenvolvimento de Novos Tipos de Detectores de Radiação (LDNTR)	São Paulo (SP)
2041	3715765418790979	Laboratório de Difração de Raios X (LDRX)	São Paulo (SP)
3926	2637173810060297	Laboratório de Filmes Finos (LFF)	São Paulo (SP)
5379	6003539322271335	Laboratório de Fontes Intensas de Radiação (LFIR)	São Paulo (SP)
4684	2064676172062423	Laboratório de Fusão (LF)	São Paulo (SP)
2222	8944293972696987	Laboratório de Microscopia e Microanálise (LMM)	São Paulo (SP)
5123	3187814276119125	Laboratório de Processamento Cerâmico (LPCR)	São Paulo (SP)
5311	7003624881219250	Laboratório de Produção de Fontes para Radioterapia (LPFRT)	São Paulo (SP)
5477	8447475874431763	Laboratório de Química Supramolecular e Nanotecnologia (LQSN)	São Paulo (SP)
3123	0120106247416758	Laboratório de Tecnologias Alternativas de Refino (LABTAR)	São Paulo (SP)
5031	3047686034728770	Laboratório Eletroquímico de Urânio (LEU-CCN)	São Paulo (SP)
3968	0313672462145806	Laboratório Fluorescência de Raios X (LFX/CQMA)	São Paulo (SP)
3496	0461164323020248	Laboratórios de Corrosão e Tratamento de Superfícies (LABCORTS)	São Paulo (SP)
2417	2029358252064899	Reator Nuclear do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares / Marinha do Brasil -01 (IPEN/MB-01)	São Paulo (SP)

## LAPOC - Laboratório de Poços de Caldas

Tem sua origem associada à instalação da Usina Piloto de Poços de Caldas (MG), em 1974. O Laboratório atua como uma unidade da CNEN que coordena a avaliação dos processos de tratamento de minérios e outros materiais radioativos, bem como os de tratamento de rejeitos gerados em instalações nucleares e radioativas ou instalações mineiro-industriais que processam materiais contendo urânio e tório associados.

Coordenador: Antonio Luiz Quinelato

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
2523	7851696886389565	Laboratório de Poços de Caldas (LAPOC)	Poços de Caldas (MG)

## GRUPO V - Instituições com Foco em Tecnologia

### CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

Fundado em 1978, com sede no Rio de Janeiro (RJ), tem a missão de "*desenvolver tecnologia para o uso sustentável dos recursos minerais brasileiros*". O centro executa atividades de P&D voltadas para a caracterização de minérios e minerais industriais, processamento mineral, processos metalúrgicos extrativos e também atividades de produção de materiais de referência certificados, entre outras. Em 2013, o Centro estava implantando dois núcleos regionais, em Cachoeira do Itapemirim (ES) e em Teresina (PI), e uma estação experimental em Criciúma (SC).

**Diretor:** Fernando Antonio de Freitas Lins

**Vice-Diretor:** Ronaldo Luiz Correia dos Santos

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
4472	2073933396224968	Coordenação de Processos Minerais (COPM)	Rio de Janeiro (RJ)
2823	0732858389730566	Laboratório de Alterabilidade de Rochas Ornamentais (LARO)	Rio de Janeiro (RJ)
2593	2384953929380544	Laboratório de Biorremediação	Rio de Janeiro (RJ)
4808	6382654544732298	Laboratório de Caracterização Tecnológica de Rochas Ornamentais, NR-ES (LABRO)	Cachoeiro de Itapemirim (ES)
2326	0859709209505962	Laboratório de Ecotoxicologia (LECOMIN)	Rio de Janeiro (RJ)
5554	0770102016824648	Laboratório de Hidrometalurgia	Rio de Janeiro (RJ)
5783	7578149447593234	Laboratório de Mercúrio (LEMA)	Rio de Janeiro (RJ)
4967	5571650630537933	Laboratório de Pesquisas Gemológicas (LAPEGE)	Rio de Janeiro (RJ)
3080	3995650093436684	Laboratório de Pirometalurgia	Rio de Janeiro (RJ)
2825	9686096158425366	Laboratório de Processamento de Materiais de Referência (PMRC)	Rio de Janeiro (RJ)
4298	6608721110036168	Laboratório de Química Analítica Mineral e Ambiental (GQA/COAM)	Rio de Janeiro (RJ)
2114	3428499681518936	Laboratório de Química de Interfaces e Materiais Nanoestruturados (LQSNano)	Rio de Janeiro (RJ)
5782	3800575929794130	Laboratório Miniplanta Piloto de Flotação (MPP)	Rio de Janeiro (RJ)
2824	8711492038374218	Laboratório Multi-Usuário de Caracterização Tecnológica de Minérios e Materiais (SCT)	Rio de Janeiro (RJ)
5077	8063947123832499	Laboratório Piloto de Extração por Solventes	Rio de Janeiro (RJ)
3593	7618143111047846	Planta Piloto de Processos Extrativos Hidrometalúrgicos	Rio de Janeiro (RJ)

### CETENE - Centro Nacional de Tecnologias Estratégicas do Nordeste

Fundado em 2005, com sede em Recife (PE), tem a missão de "*desenvolver, introduzir e aperfeiçoar inovações tecnológicas que tenham caráter estratégico para o desenvolvimento econômico e social da região Nordeste, promovendo cooperações baseadas em redes de conhecimento e nos agentes da economia nordestina*". Até 2013, atuava formalmente como uma coordenação regional do INT.

**Diretor:** André Galembeck

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
2666	8654010882893967	Divisão de Biocombustíveis	Recife (PE)
4904	1821860151579914	Laboratório para Integração de Circuitos e Sistemas (LINCS)	Recife (PE)

### CTI - Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer

Fundado em 1982, na cidade de Campinas (SP), realiza atividades de pesquisa e desenvolvimento em diversas áreas relacionadas à Tecnologia da Informação (TI) e tem por missão "*gerar, aplicar e disseminar conhecimentos em TI, em articulação com os agentes socioeconômicos, promovendo inovações que atendam às necessidades da sociedade*".

**Diretor:** Victor Pellegrini Mammana

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
2512	9761249386758229	Divisão de Empacotamento Eletrônico (DEE)	Campinas (SP)
5512	3360183637658148	Divisão de Micro Sistemas (DMS)	Campinas (SP)
4750	5453290361640141	Divisão de Qualificação e Análise de Produtos Eletrônicos (DAPE)	Campinas (SP)
5198	5442347701875719	Divisão de Robótica e Visão Computacional (DRVC)	Campinas (SP)

2325	9795121489819984	Divisão de Segurança de Sistemas de Informação (DSSI)	Campinas (SP)
1950	9476488897092759	Divisão de Superfícies de Interação e Displays (DSID)	Campinas (SP)
1903	5551401962126380	Divisão de Tecnologias Tridimensionais (DT3D)	Campinas (SP)

## INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Sua origem remonta a criação, em 1961, do grupo de organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE). Foi instituído formalmente em 1971, com a extinção dessa comissão. Com sede em São José dos Campos (SP), é o principal órgão civil de desenvolvimento das atividades espaciais no País e tem como missão "produzir ciência e tecnologia nas áreas espacial e do ambiente terrestre e oferecer produtos e serviços singulares em benefício do Brasil".

**Diretor:** Leonel Fernando Perondi

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
3897	6683278347194044	Banco de Testes de Propulsores de Satélites com Simulação de Altitudes (BTSA)	Cachoeira Paulista (SP)
3031	1682164642012281	Banco de Testes de Propulsores de Satélites em Condições Ambientais (BTCA)	Cachoeira Paulista (SP)
3892	3219333719247686	Estação de Monitoramento de Raios Cósmicos de São Martinho da Serra	São Martinho da Serra (RS)
5618	4474408721824353	Estação de Monitoramento Solar (EMSol)	Cachoeira Paulista (SP)
3069	5135291368943928	Estação de Monitoramento Solar/Ionosférico (EMIS)	Atibaia (SP)
2479	5336291664027886	Experimentos Ionosféricos em São João do Cariri e Campinas Grande (OLAP - UFCG)	Campina Grande (PB)
4774	9644644366057882	Laboratório de Altas Energias (Lab ASTRO)	São José dos Campos (SP)
5529	1411509779764599	Laboratório de Análise de Dados de Satélites Meteorológicos (DSA)	Cachoeira Paulista (SP)
4887	0723858271380031	Laboratório de Análise de Propelentes (LAPL)	Cachoeira Paulista (SP)
4411	1823147631229384	Laboratório de Aplicações em Combustão e Gaseificação (LACG)	Cachoeira Paulista (SP)
5795	8936592635047694	Laboratório de Calibração de Instrumentos do Clima Espacial (LabCal-Embrace)	São José dos Campos (SP)
3911	7125264944619071	Laboratório de Caracterização Elétrica de Semicondutores	São José dos Campos (SP)
5350	1052933060863080	Laboratório de Catálise Ambiental (LCTA)	Cachoeira Paulista (SP)
3683	3139369056450378	Laboratório de Catálise e Propelentes Limpos (LCPL)	Cachoeira Paulista (SP)
5617	5101898237376950	Laboratório de Catálise Espacial (LCTE)	Cachoeira Paulista (SP)
3501	6801787649143031	Laboratório de Células Solares (CELSOL)	São José dos Campos (SP)
2987	3922647147936942	Laboratório de Combustão de Biomassa e Queimadas (LCBQ)	Cachoeira Paulista (SP)
5303	4724856487504460	Laboratório de Crescimento de Diamantes Cvd, Dlc e Nanotubos de Carbono (DIMARE)	São José dos Campos (SP)
2062	3201374781352718	Laboratório de Desenvolvimentos em Modelagem Numérica Ambiental (LMAMB)	Cachoeira Paulista (SP)
3760	0319043884914181	Laboratório de Desenvolvimentos em Previsão Numérica do Tempo e Clima em Escala Regional (LPNT)	Cachoeira Paulista (SP)
5309	2651432317886831	Laboratório de Eletricidade Atmosférica (ELAT)	São José dos Campos (SP)
4132	5428341975388418	Laboratório de Eletromagnetismo Aplicado (PELET)	São José dos Campos (SP)
2061	1296171840871302	Laboratório de Eletrônica	São José dos Campos (SP)
4667	0786099106880589	Laboratório de Eletroquímica (LABEMAC)	São José dos Campos (SP)
4548	1940696397248185	Laboratório de Ensaio e Combustão (LECO)	Cachoeira Paulista (SP)
3449	0691406714071163	Laboratório de Epitaxia por Feixe Molecular de Compostos IV-VI (MBE)	São José dos Campos (SP)
2251	5345761221902607	Laboratório de Implantação Iônica por Plasma (3IP)	São José dos Campos (SP)
3479	0552144069502988	Laboratório de Instrumentação de Sistemas Aquáticos (LabISA)	São José dos Campos (SP)
4668	9230828597693786	Laboratório de Instrumentação Espacial e Modelagem de Plasmas (LIEMP)	São José dos Campos (SP)
4537	7296187850424690	Laboratório de Instrumentação Meteorológica (LIM)	Cachoeira Paulista (SP)
5415	3277600877624081	Laboratório de Integração de Cargas Úteis para Balões (Hall Integração)	São José dos Campos (SP)
4221	6937294973050187	Laboratório de Integração e Testes (LIT)	São José dos Campos (SP)
2533	8973371859648136	Laboratório de Ionosfera (LABIONO)	São José dos Campos (SP)
3420	8499315101855791	Laboratório de Meteorologia e Oceanografia por Satélites (LAMOS)	Santa Maria (RS)
2884	0388117783220879	Laboratório de Microgravidade (Micro-g)	São José dos Campos (SP)

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
2978	4501135346615679	Laboratório de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	São José dos Campos (SP)
4999	6482592219177229	Laboratório de Microscopia por Força Atômica (AFM)	São José dos Campos (SP)
3491	4399956029039806	Laboratório de Modelagem e Estudos de Recursos Renováveis de Energia (LABREN)	São José dos Campos (SP)
5673	1608230756491385	Laboratório de Monitoramento de Clima Espacial de Boa Vista/Rr (LabMon-Embrace-BV)	São José dos Campos (SP)
3377	3818381881107074	Laboratório de Oceanografia por Satélites (MOCEANS)	São José dos Campos (SP)
5407	4161159870673871	Laboratório de Ondas Gravitacionais I (LOG I)	São José dos Campos (SP)
2031	1356931985943804	Laboratório de Pesquisa em Biogeoquímica Ambiental (LAPBio)	São José dos Campos (SP)
2396	4328987101881145	Laboratório de Previsão de Tempo (GPT)	Cachoeira Paulista (SP)
3411	5573350440108184	Laboratório de Processamento de Imagens de Radar (Labradar)	São José dos Campos (SP)
4929	9636727029944567	Laboratório de Propulsão	São José dos Campos (SP)
3483	2491306594219197	Laboratório de Propulsão Elétrica (LPEL)	Cachoeira Paulista (SP)
3246	4315470515930623	Laboratório de Propulsão Iônica (LPI)	São José dos Campos (SP)
4963	7337934766688014	Laboratório de Rádio-Ciências	São José dos Campos (SP)
4921	5337635415410708	Laboratório de Raios X	São José dos Campos (SP)
4860	2858334591544043	Laboratório de Registros Naturais (GEONAT)	São José dos Campos (SP)
4410	6910201274938857	Laboratório de Simulação (LabSim)	São José dos Campos (SP)
3492	8000488769996554	Laboratório de Sistemas Eletro-Ópticos (LSEO)	São José dos Campos (SP)
5484	1459838262291343	Laboratório de Supervisão de Bordo (LABSUBORD)	São José dos Campos (SP)
4473	0885385954376931	Laboratório de Suprimento de Energia (LSE)	São José dos Campos (SP)
3953	4991437143089165	Laboratório de Tecnologias Espaciais (LTE)	Natal (RN)
2802	3621460807398201	Laboratório de Telecomunicações Espaciais (LTE)	São José dos Campos (SP)
2888	6360861798516910	Laboratório de Térmica (GTER)	São José dos Campos (SP)
2097	8632333923165549	Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais (LAVAT)	Natal (RN)
3024	2272507408924161	Laboratório Solar (LaSol)	Cachoeira Paulista (SP)
2975	8438700498584802	Laboratório Sonda (LS)	Cachoeira Paulista (SP)
3009	8442022654133796	Miniobservatório Astronômico Óptico (MINI)	São José dos Campos (SP)
4009	2211297627321986	Observatório de Ondas Gravitacionais (LOG III)	São Paulo (SP)
4876	1135639871527068	Observatório Espacial de Belém (OEA/Embrace)	Belém (PA)
2803	2210507417765137	Observatório Espacial de São Martinho da Serra (OES/CRS-INPE)	São Martinho da Serra (RS)
3924	1960738586656723	Observatório Ionosférico (INPE - CRN)	Eusébio (CE)
3451	1943214181624976	Observatórios Ionosféricos Nos Pontos Conjugados	Boa Vista (RR)

## INT - Instituto Nacional de Tecnologia

Sua origem está associada à criação, em 1921, da Estação Experimental de Combustíveis e Minérios. Com sede no Rio de Janeiro (RJ), tem a missão de *"participar do desenvolvimento sustentável do Brasil, por meio da pesquisa tecnológica, da transferência do conhecimento e da promoção da inovação"*.

**Diretor:** Domingos Manfredi Naveiro

ID_IPEA	ID_CNPQ	NOME DO LABORATÓRIO/ INFRAESTRUTURA	LOCALIDADE
3071	9615484370729263	Divisão de Catálise e Processos Químicos (DCAP)	Rio de Janeiro (RJ)
2075	2060933227735393	Divisão de Desenho Industrial (DvDI)	Rio de Janeiro (RJ)
2540	0900724890309975	Divisão de Energia (DIEN)	Rio de Janeiro (RJ)
4477	0085470886843816	Divisão de Ensaio em Materiais e Produtos (DEMP)	Rio de Janeiro (RJ)
3388	0472436372361969	Divisão de Processamento e Caracterização de Materiais (DPCM)	Rio de Janeiro (RJ)
1991	7069410115142878	Divisão de Química Analítica (DQAN)	Rio de Janeiro (RJ)