

INFRAESTRUTURA DE PESQUISA VOLTADA PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Jean Marlo Pepino de Paula^{1,2}

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de um país é comumente mensurado por meio de uma combinação de características como transporte, habitação, educação, saúde, comunicação e geração e consumo de energia. Estes elementos envolvem a construção de ativos que necessitam de elevados períodos de maturação, custos iniciais e longevidade, sendo responsáveis por significativos impactos social, ambiental e econômico durante a implantação e, principalmente, ao longo dos respectivos ciclos de vida. Neste caso, os gastos com moradia representaram 12% da renda familiar entre 2002 e 2009 (Ipea, 2010) e, mesmo sendo registrado queda nos últimos anos, em 2011 o *deficit* habitacional³ representou cerca de 9,0% do total de domicílios estimados em todo o país – ou a necessidade de 5,4 milhões de domicílios (Furtado, Neto e Krause, 2013). Estes impactos são ainda maiores em relação à capacidade financeira das famílias: no mesmo período, os gastos com aluguel comprometeram até 20% da renda familiar do quarto mais pobre da população, e 71% do *deficit* habitacional se concentra na faixa da população com até três salários mínimos de rendimento domiciliar (Ipea, 2010).

Além do comprometimento da renda, as unidades residenciais também se destacam quanto ao uso energético. Em 2012, foram responsáveis por 23,6% do consumo de eletricidade no país, atrás apenas das atividades industriais – 42,1% (EPE, 2013). Tal consumo é frequentemente associado à quantidade e eficiência dos equipamentos presentes nas residências, sobressaindo os aparelhos de ar-condicionado, chuveiros elétricos, refrigeradores e congeladores (*freezers*). Entretanto, a tecnologia utilizada para a concepção e a construção das unidades habitacionais também possui relevante participação neste quesito. Se, por um lado, projetos concebidos sob critérios de conforto térmico contribuem para uma maior eficiência

1. Técnico de planejamento e pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea. Erros e omissões são de responsabilidade do autor.

2. O autor agradece pelos comentários e pelas sugestões feitas pelos demais pesquisadores da Diset, em especial Flavia de Holanda Schmidt, João Maria de Oliveira e Luis Fernando Tironi.

3. O cálculo do *deficit* habitacional considera a necessidade de reestabelecimento funcional das habitações, coabitação forçada, ônus excessivo com aluguel e adensamento excessivo em domicílios locados.

energética das edificações, por outro, as construções planejadas para racionalizar o processo construtivo permitem reduzir os impactos sociais, ambientais e econômicos durante sua construção e operação.

Dessa forma, o desenvolvimento da indústria da construção civil contribui diretamente para reduzir o *deficit* de infraestrutura econômica e social e garantir o uso racional e mais eficiente dos recursos envolvidos no seu ciclo de vida. O reconhecimento destas preocupações em diversos países tem resultado numa maior organização do setor em busca de estimular as pesquisas e de garantir a efetiva utilização de inovações, a exemplo da União Europeia. Estes rearranjos envolvem inovações institucionais, participação da indústria, qualificação dos recursos e investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Os dois últimos requisitos necessitam, em grande parte, de infraestrutura laboratorial adequada para o desenvolvimento, o aprimoramento e a adaptação das tecnologias para a utilização pelo mercado.

Por isso, este estudo tem por objetivo apresentar e discutir as infraestruturas de pesquisa voltadas para a indústria da construção civil. A seção seguinte apresenta brevemente uma caracterização da indústria da construção, a abordagem da inovação neste setor e os cenários internacional e nacional. Nesta última subseção, foram destacadas as iniciativas e os arranjos realizados na Austrália, na Nova Zelândia, na Europa, no Reino Unido – tendo em vista os diversos estágios das iniciativas para inovação na indústria da construção – e no Brasil. O cenário brasileiro é complementado na seção 3 com a apresentação das características físicas e operacionais da infraestrutura de pesquisa afins e, por fim, a seção 4 finaliza o trabalho com as considerações finais.

2 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Esta seção busca contextualizar sucintamente a indústria da construção. Para isto, a primeira subseção apresenta suas principais atividades e a composição da cadeia de produção, a segunda subseção discorre sobre a inovação no setor e a última subseção complementa com uma apresentação dos cenários e iniciativas de inovação nacionais e internacionais para a indústria da construção mais relevantes.

2.1 Caracterização da indústria brasileira da construção civil

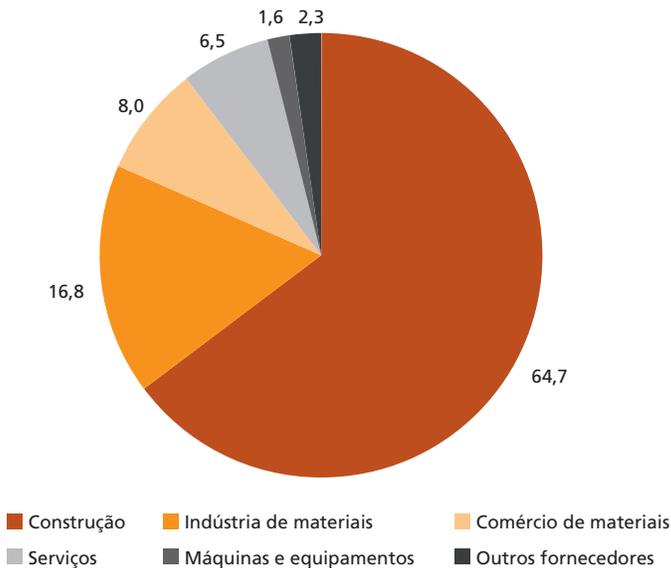
As atividades desenvolvidas na indústria da construção civil são comumente agrupadas em construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados comuns a ambos. O segmento construções de edifícios é composto pelas edificações para usos residenciais, comerciais, industriais, agropecuários e públicos, possuindo um amplo espectro de tamanho e valor. Na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), realizada pela Comissão Nacional de Classificação (Concla), a divisão de construção de edifícios considera as firmas que atuam nesta atividade propriamente dita e na sua incorporação. A segunda atividade da indústria da construção é voltada para obras de infraestrutura de transportes, energia, saneamento,

abastecimento, comunicação, industrial e de lazer, possuindo importante participação para o desenvolvimento e o bem-estar da sociedade. Além destas duas, a CNAE agrupa algumas atividades como serviços especiais para a construção, executadas em comum nas edificações e obras de infraestrutura, como demolições, preparação do terreno, fundações, instalações para construções e obras de acabamento.

Ao indicar as divisões que não fazem parte da seção construção (seção F), a Concla destaca outros segmentos que também atuam nesta indústria. São voltados para a produção de insumos ou de elementos mais complexos destinados a obras de edifícios e de infraestrutura, tais como estruturas metálicas (divisão 25), elementos pré-fabricados de madeira (divisão 16), cimento ou outros materiais pré-moldados (divisão 23), a instalação e a reparação de equipamentos incorporados a edificações, como elevadores, escadas rolantes etc., quando realizadas pelas unidades fabricantes (divisão 28), os serviços de paisagismo (divisão 81) e a retirada de entulho e refugos de obra e de demolições (divisão 38).

Apesar de a Concla classificar a indústria da construção em três principais divisões, o produto interno bruto (PIB) da construção é predominantemente composto pelas atividades de construção (64,7%), seguidas da indústria de materiais (16,8%), comércio de materiais (8,0%) e serviços (6,5%), conforme apresentado no gráfico 1.

GRÁFICO 1
PIB da construção segundo a cadeia produtiva
 (Em %)



Fonte: Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (Abramat) e Fundação Getúlio Vargas – FGV (2013).
 Elaboração do autor.

Em 2012, mais de 218 mil empresas, predominantemente de pequeno porte, estavam associadas às atividades de construção (seção F da CNAE 2.1). No mesmo ano, foram investidos cerca de R\$ 350 bilhões em toda a cadeia produtiva da construção (Dieese, 2013). Somente no setor habitacional, os financiamentos imobiliários cresceram exponencialmente, passando de aproximadamente R\$ 6 bilhões, em 2003, para cerca de R\$ 150 bilhões, em 2013.⁴ Estes valores ilustram o aumento dos investimentos públicos em obras de infraestrutura e em unidades habitacionais a partir do lançamento de dois programas do governo: o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em 2007, e o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), em 2009 (Dieese, 2013).

2.2 Inovação da indústria da construção

Inicialmente, é importante destacar que, apesar do esforço para dar maior abrangência a este trabalho, grande parte dos estudos e relatórios consultados sobre a inovação na indústria da construção estava voltada para o segmento de edificações – ou os ambientes construídos. Mas mesmo a maioria das pesquisas não sendo direcionada diretamente às obras de infraestrutura, esta atividade também se beneficia dos resultados daquelas pesquisas, tendo em vista que muitas tecnologias e insumos são utilizados em comum em ambas as atividades.

Posto isso, as dificuldades para o desenvolvimento da indústria de construção são sinalizadas por diversos autores e persistem ao longo de décadas, demonstrando sua lenta evolução tecnológica. Blumenschein (2004) resgata alguns fatores apontados por Meseguer (1991) ainda perceptíveis recentemente: *i*) caráter *nômade*, dificuldade de garantir a constância de materiais, componentes e processos; *ii*) a presença de produtos únicos e não seriados; *iii*) produtos fixos e operários móveis, ao contrário da produção em cadeia (produtos móveis e operários fixos), dificultando a organização e o controle; *iv*) indústria muito tradicional, com grande inércia às alterações; *v*) uso de mão de obra pouco qualificada, com possibilidades de promoção escassas; *vi*) trabalho sujeito a intempéries; *vii*) longo ciclo de aquisição-uso-reaquisição, com pouca repercussão posterior da experiência do usuário; *viii*) emprego de especificações complexas, quase sempre contraditórias e muitas vezes confusas; *ix*) responsabilidades dispersas e pouco definidas; *x*) grau de precisão quanto a orçamentos, prazos, características etc. muito menor que em outras indústrias; e *xi*) ferramentas pouco desenvolvidas.

Abordando especificamente sobre a inovação na construção, Amorim (1996) discorre sucintamente sobre sua importância e as diferentes abordagens para o mercado e para o setor. Em linhas gerais, o “novo” para o mercado diz respeito a

4. Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança (Abecip) e Base de Dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), a valores constantes em 2013, corrigidos pelo Índice Nacional de Preços da Construção Civil (INCC).

algo que é incorporado e perceptível ao usuário, gerando uma diferenciação dos demais produtos. Pode envolver tanto a agregação de serviços (restaurantes, academias, lazer etc.) como a incorporação de equipamentos (multimídia, automação etc.), que, mesmo não trazendo inovações ao processo de produção, podem, de certa forma, ser um propulsor desta. Já a utilização de novos insumos representa uma inovação maior para os atores do processo construtivo ao trazer vantagens competitivas para construtores e fornecedores de insumos, mesmo representando pouca repercussão para o mercado. Conjugados com soluções de projetos, os insumos podem influenciar significativamente nos patamares de preço, o que permite às empresas diferenciarem seu produto dos demais em um mercado mais competitivo (Amorim, 1996).

Juntamente com Amorim (1996), Seaden e Manseau (2001) e Bygballe e Ingemansson (2011) destacam que a inovação no processo de produção da indústria da construção é um importante fator impulsor para mudanças no setor. Isto porque a construção civil é reconhecida como uma “indústria de protótipos”, onde a variação constante da forma faz com que os ganhos de produtividade estejam tradicionalmente vinculados à intensidade do trabalho, tornando as inovações nos processos e produtos um território ainda inexplorado.

Mais recentemente, CBIC ([s.d.]) caracterizou as inovações na indústria da construção a partir da classificação proposta pelo *Manual de Oslo*. O manual é considerado uma referência internacional para as definições de inovação e pesquisa e desenvolvimento (P&D), compondo uma série de documentos destinados à mensuração e interpretação de dados relacionados à ciência, tecnologia e inovação. Seguindo os quatro tipos de inovação previstos no *Manual de Oslo* (de produto, de processo, organizacional e de *marketing*), as inovações na indústria da construção são agrupadas segundo os aspectos que agregam características de desempenho aos edifícios e que afetam o processo produtivo, os processos internos das empresas e a promoção do produto e sua colocação no mercado.

Adicionalmente, Blumenschein (2004) discorre sobre os vetores que influenciam inovações e mudanças em um setor, dentre os quais está o Sistema Nacional de Inovação (SNI). A autora destaca que esta abordagem é feita pelos países desenvolvidos para integrar os sistemas educacional, legal, institucional, cultural e as preferências dos clientes, entre outros.⁵ Considerando a existência de sistemas de inovações específicos a cada cadeia produtiva, o SNI de um país seria composto pela junção destes elementos, normalmente⁶ a cargo do Estado. Ainda segundo a

5. A autora atribui o processo de aprendizado a um Sistema Nacional de Aprendizado (SNA), comum em países em desenvolvimento.

6. Nos Estados Unidos, a intensiva participação do mercado se apresentou também na formação de instituições voltadas para aprimorar a produtividade da indústria da construção americana, a exemplo da criação do Construction Industry Institute – CII (Cunningham, 2010).

autora, seu protagonismo poderia impor um maior ritmo de desenvolvimento e direcioná-lo segundo visões de longo prazo, tendo também uma maior prerrogativa para equilibrar os esforços entre as perspectivas social, econômica e ambiental.

Além de instituições e políticas orientadas para a inovação e a necessidade de maior integração entre os atores – conforme destacam Formoso (2002) e Hampson *et al.* (2013) –, a formação de um SNI deve dispor de infraestrutura adequada para pesquisa científica e tecnológica. Para Winch (2005) *apud* Shapira e Rosenfeld (2010) e Milford (2000), a infraestrutura tecnológica e científica – dentre elas a disponibilidade de laboratórios públicos para P&D e centros de extensão tecnológica – possuem uma participação fundamental para o desenvolvimento econômico e a industrialização, tendo em vista o seu importante papel nos países desenvolvidos para viabilizar a interação entre ciência e tecnologia.

Nesse ambiente criativo, Steiner, Cassim e Robazzi (2008) apresentam duas esferas do processo de inovação de um país: aquelas destinadas à geração de conhecimento e à formação de profissionais altamente qualificados e outras que buscam transformar a inovação em riqueza. Enquanto a primeira esfera está claramente representada pelas instituições de ensino, a segunda envolve principalmente a participação das empresas. Entretanto, o progressivo entendimento da importância do contexto em que ocorre a inovação representa um aumento do espaço para a intervenção do Estado, novamente, por meio da elaboração de políticas públicas que, a partir da ação nesse entorno, promovam a competitividade (Freeman, 1988 *apud* Dagnino, 2009).

Steiner, Cassim e Robazzi (2008) também destacam a necessidade de interação entre os setores governamental, privado e acadêmico para o sucesso do processo de inovação. Dagnino (2009) contribui de igual maneira ao comentar que as estruturas que mais se destacam para esta finalidade são os polos e os parques tecnológicos, uma vez que englobam diversos mecanismos para interação academia e mercado. No Brasil, as novas edificações dos parques tecnológicos estão sujeitas a critérios de sustentabilidade e inovação, entretanto, não existem até o momento tais arranjos voltados para o desenvolvimento do setor de construção civil. Existem organizações como os *clusters* e os arranjos de produção local (APLs), mas que se diferenciam por envolver externalidades ligadas à produção.⁷

Assim, é possível identificar duas estruturas de interesse para um SNI no que tange à infraestrutura laboratorial: as ofertantes de conhecimentos avançados (universidades com pós-graduação) e as difusoras de inovação (em especial os polos

7. As externalidades ligadas à produção existem quando as empresas obtêm vantagens pecuniárias ou de localização, enquanto as externalidades tecnológicas existem quando há compartilhamento de tecnologias, divididas em economias de especialização (quando a especialização de uma região favorece a inovação) e economias de diversidade – quando a diversidade de atividades de uma região cria um ambiente propício à inovação – (Rovere e Shehata, 2007).

e os parques tecnológicos). Além do capital intelectual que envolvem, ambas dependem de infraestrutura para desenvolver suas pesquisas acadêmicas e adaptá-las ou aprimorá-las às realidades dos mercados.

2.3 Os cenários nacional e internacional da inovação na construção civil

Esta seção tem como principal referência o estudo realizado por Seaden e Manseau (2001), em quinze países, para tomar conhecimento das formas inovativas que estes assumem para a indústria de construção, sinteticamente apresentadas pelo artigo *Public policy and construction innovation*. Além da consulta a este trabalho, foi realizada uma pesquisa do contexto recente da inovação na indústria da construção na Austrália, na Nova Zelândia, na União Europeia e no Reino Unido, selecionados pelos diferentes estágios em que estes sistemas se encontram.

No início dos anos 2000, Seaden e Manseau (2001) conduziram uma pesquisa em quinze países⁸ sobre os caminhos e as políticas públicas voltadas para a inovação na indústria de construção. A seleção dos países participantes não obedeceu a critérios específicos, mas respeitou o interesse e o preparo destes para contribuir com o projeto. Ainda assim, a amostra foi formada com significativa diversidade em relação ao grau de desenvolvimento dos países.

A partir dessa amostra, os autores diferenciaram as formas de inovação na indústria da construção dos países segundo dois tipos de arranjo político/constitucional: centralizado e federativo. Os países que apresentam estruturas centralizadas de governo (Japão, França, Reino Unido, Holanda, Dinamarca e Finlândia) selecionam políticas específicas para atender às necessidades particulares da sociedade. Os autores perceberam também o redirecionamento dos fundos de pesquisa (dos produtos para os processos), as alterações nas práticas de aquisições públicas (para combater a elevação dos preços) e uma maior colaboração entre as empresas do setor e socialização da tecnologia e do conhecimento. Nos países federativos e mais descentralizados (Estados Unidos, Alemanha, Canadá, Austrália e Brasil), a ausência de macrodiretrizes resultou na multiplicação de atores em busca de atender a propósitos específicos. Em relação à organização institucional e à elaboração de políticas públicas, estes países não contavam com representantes claramente definidos no setor público nem empenhados na inovação do setor da construção.

Outra abordagem utilizada por Seaden e Manseau (2001) para caracterizar os países participantes do trabalho utiliza quatro formas de inovação. Países como Estados Unidos, Reino Unido, Canadá e Austrália *acreditam ao mercado* a responsabilidade para alocar os recursos de forma eficiente, por isso os autores consideram que a inovação ocorre devido às oportunidades criadas pela competitividade. Consideram

8. Argentina, Austrália, Brasil, Canadá, Chile, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Japão, Holanda, Portugal, África do Sul, Estados Unidos e Reino Unido.

que os governos – mesmo com o significativo poder das compras – são somente outro ator do mercado, atuando minimamente para regulá-lo. Contrapondo-se a este modelo, a França, a Alemanha e a Itália *atribuem ao Estado* o papel principal do mercado, que atua na disseminação de tecnologias e regula o mercado, colocando-o como importante parceiro comercial. As políticas de inovação nestes países são consideradas como elemento essencial para a inovação, e as negociações privilegiam o relacionamento de longo prazo.

A flexibilidade no trabalho e a maior sinergia entre a indústria, os trabalhadores e o governo diferenciam o sistema orientado pelo governo do *social-democrático*, segundo os mesmos autores. Este sistema é mais utilizado nos países escandinavos, os quais balanceam os valores sociais, econômicos e ambientais por meio da inovação. No Japão, o sistema denominado *mesocorporativista* privilegia a atuação de grandes corporações e os valores culturais japoneses, considerando-os como importantes direcionadores dos investimentos em inovação. As políticas públicas japonesas são voltadas a grandes empresas com o intuito de aperfeiçoar tecnologias e qualidade, sendo elas resultado de frequentes negociações com estas firmas.

A pesquisa de Seaden e Manseau (2001) permitiu aos autores identificar tendências comuns para a inovação na indústria de construção civil. De forma geral, as estruturas políticas, constitucionais e/ou sociais não criam diferenças radicais entre os países para a indústria de construção. Entretanto, *a estrutura governamental, o tipo de sistema nacional de inovação e a representação da indústria* influenciam significativamente na percepção da importância do seu desempenho e da necessidade de políticas públicas específicas para o setor.

Segundo os autores, mesmo existindo um realinhamento dos mercados da intervenção estatal para um modelo de competição capitalista, persiste o protagonismo do Estado como principal cliente. Este, por sua vez, degenera a capacidade de inovação do setor, tendo em vista as práticas comumente utilizadas para aquisições, que privilegiam a contratação pelo menor preço, inibindo o uso e a difusão de técnicas, materiais e equipamentos inovadores. No Reino Unido, o setor público tem alterado seus processos de contratação de obras em busca de afastar as contratações pelo menor preço, e no Japão, o governo tem intensificado as contratações do tipo *value engineering system*, que buscam maximizar os benefícios diante dos custos esperados (de Paula, 2013). Assim, a inovação da indústria de construção – principalmente nas obras de infraestrutura – pode ser estimulada por meio da modernização dos critérios para contratação de obras públicas que privilegiam resultados e desempenho de longo prazo.

Conforme lembram Seaden e Manseau (2001), o setor é complexo, e o papel dos atores públicos e a efetividade das intervenções públicas não foram adequadamente direcionados até então. Mesmo existindo grandes empresas globais, os

mercados são dominados por empresas especializadas de pequeno porte, motivo pelo qual as políticas públicas devem se direcionar a elas, requerendo uma capacidade de acomodar tal fragmentação e diversidade de interesses. São mais exitosos os programas com forte participação local, direcionados ao acesso às tecnologias, os arranjos colaborativos e a presença de instituições habilitadas para avaliar novos produtos e processos antes da inserção/utilização destes no mercado. Este último fator de sucesso também foi reforçado por Cardoso (2011), que relaciona, entre as dificuldades de inovação na construção civil brasileira, a ausência de instituições para tal finalidade.

Os pré-requisitos para desenvolver políticas de inovação envolvem, principalmente (Seaden e Manseau, 2001): *i*) o entendimento preliminar dos desafios para o setor; *ii*) o consenso das políticas públicas com a indústria, a qual deve ter seus interesses de inovação devidamente representados por uma instituição; e *iii*) o equilíbrio entre os objetivos de curto e longo horizonte, públicos e privados, visto que discussões puramente tecnológicas aparentemente não apresentam resultados satisfatórios. Adicionalmente, Cunningham (2010) indica também a importância de sistemas para o acompanhamento dos indicadores do setor, envolvimento dos atores privados, públicos e da sociedade.

Uma busca por estudos internacionais recentes sobre inovação na indústria da construção mostrou existir uma significativa atividade de trabalhos com esta finalidade. Apenas o trabalho de Berry (2011) apresenta mais de cem estudos, dentre pesquisas e relatórios afins. No portal *Periódicos Capes*, em maio de 2014, cerca de 260 estudos apresentaram os termos *innovation, construction e industry* nos respectivos assuntos, sendo 133 elaborados desde 2007. Conforme visto anteriormente, percebe-se em diversos países uma variedade de políticas públicas e arranjos institucionais para fortalecer a inovação na indústria da construção, e os achados de Seaden e Manseau (2001) ainda se mostram atuais quando observadas as práticas presentes em diversos países.

Ainda assim, este estudo optou por discorrer sobre o cenário atual dos sistemas de inovação da Austrália, da Nova Zelândia, da União Europeia e do Reino Unido, apresentados a seguir. Estes países foram selecionados tendo em vista os diferentes estágios de maturação em que se encontram: os dois primeiros em processos iniciais, mesmo que distintos, de implementação do sistema de inovação e os dois últimos pela dimensão do esforço para organizar as iniciativas para inovação nos países europeus e pelo reconhecimento das suas iniciativas respectivamente. Estes quatro casos, juntamente com a apresentação dos atores e iniciativas brasileiras voltadas para o setor ao final desta subseção, buscam contribuir para a elaboração de um Sistema Nacional de Inovação para a indústria da construção brasileira.

2.3.1 Austrália e Nova Zelândia

A política adotada pelo governo australiano tem intensificado a participação do setor privado nas inovações da indústria da construção. O Conselho de Inovação na Indústria da Construção australiano (em inglês: Built Environment Industry Innovation Council – BEIIC) foi criado em 2008, sendo uma instância consultiva para o governo local e que representa os interesses da indústria da construção, composto por representantes das empresas, da comunidade de pesquisadores e das agências governamentais. Em 2010, o BEIIC reiterou a necessidade de maior interação entre o governo e a indústria de construção, e as recomendações do conselho se concentram em quatro temas (BEIIC, 2012):

- melhores práticas: criação de uma instituição voltada para a excelência da indústria da construção, aos moldes do observado no Reino Unido – *United Kingdom's constructing excellence*;
- a atuação na forma de regulação e contratação: aprimoramento dos processos e maior utilização de tecnologias nas contratações públicas;
- desenvolvimento orientado por projetos: criação de instituição capaz de orientar os profissionais e a sociedade para a concepção de edificações e espaços melhores, instituição esta aos moldes do observado no Reino Unido – *United Kingdom's Commission on Architecture and Built Environment*; e
- maior cooperação nas pesquisas: buscando incentivar a inovação, a produtividade e a competitividade por meio das pesquisas.

Enquanto que o primeiro tema é designado à indústria e o segundo ao governo, o relatório sugere que os demais devem ser desenvolvidos por iniciativa conjunta de ambos. Especificamente em relação à cooperação nas pesquisas, percebe-se a presença de instituições criadas pelos setores público e privado, como o Australian Urban Research Infrastructure Network (Aurin) e os Centros de Pesquisa Cooperativos (em inglês, Cooperative Research Centres – CRC) – como o Sustainable Built Environment National Research Centre (SBEnrc) e o CRC for Low Carbon Living (CRC-LCL), o CRC for Water Sensitive Cities –, além de iniciativas em desenvolvimento e outras encerradas (CRC for Construction Innovation e CRC for Wood Innovations). As recomendações do BEIIC também visam ao auxílio na exposição das tecnologias, ao estabelecimento de métricas para acompanhar o desempenho da indústria e ao aprimoramento e à capacitação de recursos.

A Austrália conta com uma estrutura diversificada de centros de inovação, composta por instituições voltadas para o apoio à comercialização, pesquisa, promoção e divulgação (Fairweather, 2010). Ainda assim, as iniciativas para aprimorar as diretrizes das políticas de pesquisa e desenvolvimento persistem na aproximação

das prioridades públicas e privadas, no estabelecimento de objetivos de longo prazo e no maior envolvimento das esferas governamentais e sinergia das instituições de pesquisa com a indústria da construção (Kraatz e Hampson, 2012).

Tal diversificação dos centros de pesquisa também foi recomendada por Fairweather (2010) para ser adotada na Nova Zelândia. O autor destaca que apenas as atividades que envolvem a comercialização estavam devidamente estabelecidas naquele país. Apesar de existirem centros de pesquisa voltados para a inovação na indústria da construção (Wood Innovation Centre Shanghai, BRANZ e o Department of Building and Housing – DBH), sua divulgação é implícita, e nenhuma das instituições neozelandesas possui um foco setorial. Por isto, realizam pesquisas segundo entendimentos particulares sobre as necessidades e as potencialidades para a economia nacional (Fairweather, 2010; Berry, 2011).

A Branz e as universidades locais são as principais provedoras de pesquisas para o setor na Nova Zelândia, existindo outros consultores e organizações privadas atuantes – como o Centre for Advanced Engineering, o Constructing Excellence, o New Zealand Institute of Economic Research (NZIER), a Infometrics e o Motu and BERL (Berry, 2011). Apesar da importante atuação da Branz como principal referência para o segmento e da presença de uma grande quantidade de organizações realizando pesquisas relevantes, não existe uma instituição que aborde sistematicamente todas as áreas envolvidas e que componha a esfera governamental. As recomendações apresentadas por Berry (2011) para um curto horizonte destacam a necessidade de: *i*) mensurar a produtividade; *ii*) aproximar os pesquisadores e a indústria; *iii*) estabelecer diretrizes; *iv*) divulgar e criar repositórios de práticas e conceitos.

Adicionalmente, Fairweather (2010) contribui para o aprimoramento da inovação na indústria da construção destacando nove funções principais para os centros de pesquisa: coordenação dos objetivos setoriais, estímulo das finalidades, pesquisa, rede, desenvolvimento técnico, estímulo ao desenvolvimento dos projetos, gestão da inovação, divulgação e estratégias setoriais.

2.3.2 União Europeia e Reino Unido

A iniciativa de criação de uma plataforma tecnológica europeia veio alinhada ao intuito de contribuir para atingir as metas estabelecidas pelas diretrizes da União Europeia (especificamente Lisbon, Barcelona e Spring European Councils). Durante o Spring European Council, em 2003, a criação de plataformas tecnológicas europeias fez parte das recomendações relacionadas ao objetivo de se alcançar uma economia baseada em conhecimento (CEU, 2003), buscando reunir atores com *know-how*, a indústria e as instituições reguladoras e financeiras para desenvolverem uma agenda de tecnologias prioritárias. Assim, diversos segmentos buscaram

se articular por meio de um amplo mapeamento de instituições envolvidas e uma legislação para nortear as diversas iniciativas – em 2007, já existiam 34 *European technology platforms* –ETPs (Idea Consult, 2008).

Na indústria da construção, a European Construction Technology Platform (ECTP) tem desempenhado este papel, reunindo mais de 220 membros distribuídos em todo o continente europeu (ECTP, 2011). Edler e Georghiou (2007) consideraram que a ECTP é uma estrutura bem-sucedida que proporciona o diálogo entre as esferas nacionais e a União Europeia, reunindo atores da indústria, cientistas, instituições financeiras e demandantes.

Em 2011, cerca de 140 projetos, distribuídos em diversas temáticas prioritárias que envolvem a indústria da construção, estavam presentes na respectiva política de inovação (Framework Programmes for Research and Technological Development – FP7). Entre elas, estão as maiores iniciativas em pesquisa e desenvolvimento da agenda de pesquisas (Developing Energy Efficient Buildings and Districts – E2B e Strengthening the Infrastructure Networks of a Sustainable Europe – reFINE), além de iniciativas de destaque como o EurekaBuild,⁹ o EurekaBuild2, o Erabuild e a Active Ageing and the Built Environment (em concepção). Em meio a uma revisão da agenda de inovação para o próximo quadriênio (FP8), a ECTP recomendou iniciativas para serem continuadas e/ou inseridas como incentivos a projetos de menor escala, continuidade das parcerias público-privadas e adequação e manutenção de iniciativas envolvendo pequenas e médias empresas (ECTP, 2011).

Fazem parte da ECTP as plataformas nacionais de tecnologia de construção (em inglês, *National Construction Technology Platforms* – NCTPs) de diversos países. Ao todo, foram mapeadas NCTPs em 26 países. Enquanto a ECTP possui a finalidade de definir objetivos de médio e longo prazo comuns para a comunidade europeia, as NCTPs buscam intermediar as atividades de uma agenda de trabalho realizadas por diversas instituições locais. As atividades desempenhadas por estes dois tipos de plataforma são semelhantes, diferenciando-se quanto ao nível de abrangência territorial, mas sendo comum em ambos a busca de parcerias com os diversos atores e setores.

Além da ECTP, outras iniciativas ilustram a maior organização da indústria da construção na comunidade europeia: European Council for Construction Research, Development and Innovation (Eccredi), criado em 1995; Energy Efficient Building European Initiative (E2B EI); e International Council for Research and Innovation in Building And Construction (CIB), formado em 1953. Todas estas instituições buscam representar os interesses de diversos atores e orientar as políticas públicas neste sentido.

9. O projeto EurekaBuild (E13790 – *Technologies for a sustainable and competitive construction sector*) compõe uma iniciativa do tipo “guarda-chuva” denominado EUREKA Umbrellas, que agrupa setores de negócio ou tecnologias específicas.

A ECTP busca também estabelecer vínculos com ETP de outros segmentos e tem como meta atingir a proporção de dois terços dos investimentos provenientes do setor privado. A exemplo do Reino Unido, em setembro de 2013, o governo britânico anunciou a destinação de £150 milhões (R\$ 570 milhões) nos próximos cinco anos para a inovação da indústria da construção. Destes, £60 milhões (R\$ 228 milhões) são provenientes da agência britânica de inovação (Technology Strategy Board, especificamente para a plataforma de inovação de construções de baixo impacto – *low impact building innovation platform*), outros £60 milhões (R\$ 228 milhões) da própria indústria da construção e £30 milhões (R\$ 114 milhões) provenientes de outras agências e instâncias governamentais (United Kingdom, 2013).

Apesar do reconhecimento das ECTPs por Edler e Georghiou (2007), citado anteriormente, Silva (2008) suscita diversos questionamentos quanto a sua dinamicidade, equanimidade e transparência. Tais críticas são resultado da dificuldade de acesso às informações sobre os projetos e os resultados, bem como das defasagens dos documentos publicados. Além disso, a inexistência de um canal de acesso para o cidadão – tanto para as informações dos projetos e seus parceiros como para registrar opiniões – insinua, segundo o autor, uma relegação das vontades da sociedade, sempre citadas como parceiras da iniciativa. A pequena participação dos clientes finais, juntamente com as pequenas e médias empresas, também foi ressaltada negativamente por Idea Consult (2008).

Além da eficiência da comunicação e sua própria difusão, a capacidade de aplicação das suas ideias na prática, acomodação de todos os setores envolvidos e pragmatismo são os motivos que levaram Silva (2008) a considerar a Constructing Excellence (CE) como um modelo para a indústria da construção. A Constructing Excellence foi criada a partir dos trabalhos de Latham (1994) e Fairclough (2002), resultando em uma iniciativa da indústria da construção para promover mudanças necessárias (Constructing excellence in the built environment).¹⁰ Em março de 2014, a CE era composta por 84 membros no âmbito nacional e mais de quinhentos associados a nove “clubes” regionais – voltados principalmente para as pequenas e as médias empresas –, atuando principalmente como *think tank* setorial e na promoção de tecnologias.

Por meio dessa rede, a CE busca articular o setor entre clientes, empresas, instituições e pesquisadores nacionais e internacionais. Em 2012, a rede de intercâmbio internacional estava presente em 26 países – quatro deles formalmente estabelecidos –, e o interesse em participar dos mercados da China, do Oriente Médio, da Indonésia e da Índia (CE, 2013).

10. Mais informações em: <<http://constructingexcellence.org.uk/>>.

Tal protagonismo dado por Silva (2008) à CE também pode ser notado a partir das iniciativas australianas, vistas anteriormente. A maior publicização das informações por meio da internet, de eventos, publicações, informativos diários em diversas áreas e sua eficiência organizacional – que dá maior eficácia e agilidade às iniciativas – associaram ao CE um *status* tecnológico, inovativo, produtivo, competitivo e de influência, alcançando as mais altas instâncias decisórias nos setores público e privado (Silva, 2008).

À mesma época da publicação dos relatórios que fomentaram a criação da CE, o governo britânico deu início a uma agenda de reforma para a indústria da construção abrangendo as esferas nacional e regional (Cunningham, 2010). Entre as recomendações estavam:

- o engajamento do Estado para promover e regular a indústria da construção, garantindo a articulação entre os atores por meio de uma organização institucional central;
- a publicação de uma ampla variedade de métodos de acompanhamento da produtividade das empresas e do setor, guias e melhores práticas para projetos, contratações e processos de construções;
- revisão da legislação e padronização das formas de contratação para clarificar obrigações e minimizar disputas judiciais;
- divulgação por meio de demonstrações, organizações regionais, internet, eventos e informativos; e
- criação de competições tecnológicas nas esferas nacionais, regionais e locais, buscando aproximar os vencedores do processo de implementação da tecnologia e divulgar as experiências obtidas.

2.3.3 Brasil – atores e iniciativas voltadas para a indústria da construção

Segundo Amorim (1996), a reestruturação do setor de construção nacional sugerida por Prochnik (1987) foi impulsionada no setor de edificações pela súbita redução do financiamento estatal, que colocou as empresas na rota da reorganização e inovação tecnológica para garantir a lucratividade a partir de uma maior produtividade. Conforme também ressalta Pereira (2008), os maiores ganhos das construtoras eram provenientes não da construção em si, mas decorrentes da sobrevalorização dos terrenos, explicando o súbito desinteresse pelos ganhos advindos da maior produtividade.

Na década de 1990, o valor agregado nas construções se concentrava nos setores produtivos de materiais de construção, resultado do maior progresso técnico em relação aos processos de construção (Prochnik, 1987 *apud* Amorim, 1996).

Tal fato fora identificado por Amorim já no início da década de 1980, quando os investimentos estrangeiros em materiais representavam um forte indicativo de sua lucratividade e competitividade. Anos mais tarde, a organização dos subsetores da indústria da construção mostrou um maior preparo, visto que, mesmo havendo pouca diferenciação dos produtos de um mesmo subsetor, surgiria uma maior concorrência intrassubsetorial (Amorim, 1996).

Apesar desse avanço, a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico recentes na construção civil ainda são realizados pelos fabricantes de materiais e sistemas construtivos, seguidos das firmas incorporadoras e construtoras e das universidades e institutos de pesquisa atuantes na área de construção ou em áreas de interface (CBIC, [s.d.]). Por isso, a Câmara Brasileira da Indústria da Construção destaca que as empresas continuam absorvendo as inovações por meio do desenvolvimento de materiais e sistemas construtivos, seguida por inovações em projeto e inovações de gestão/processo em terceiro lugar.

Conforme comentado, o desenvolvimento dos insumos no país teve nas empresas multinacionais a grande fonte das inovações, as quais buscavam adaptar e introduzir tecnologias já desenvolvidas em outros países. Com o passar dos anos, estas e outras pesquisas começaram a ser desenvolvidas no Brasil – como as tecnologias de concreto e revestimentos –, mas a falta de alinhamento das iniciativas nos ambientes acadêmico, empresarial e governamental é sinalizada atualmente como um dos fatores que dificultam o desenvolvimento do setor (CBIC, [s.d.]).

De forma geral, também nos anos 1990, a política brasileira de ciência e tecnologia privilegiou a criação de infraestruturas de pesquisa, período em que foram criadas instituições ainda relevantes atualmente, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Em seguida, as iniciativas se voltaram da formação de uma infraestrutura de pesquisa para uma maior integração com a política industrial, buscando estimular as empresas por meio de financiamentos diretos e de maior interação com institutos de pesquisa e universidades (Pereira, 2008).

Segundo Pereira (2008), atualmente existe um complexo Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico, Tecnológico e de Inovação, formado por entidades com diversas formas de atuação. Entre elas, estão organizações não governamentais, como a Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica (Abipti), a Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei), a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

(Senai) e o Instituto Euvaldo Lodi (IEL), estes dois últimos integrantes do Sistema Confederação Nacional da Indústria (CNI).

Em relação às iniciativas voltadas especificamente para as inovações em edificações e obras de infraestrutura, adicionam-se a Câmara Brasileira da Indústria da Construção, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (Antac) e os Sindicatos da Construção estaduais (Sinduscon). A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), o Ministério das Cidades e a Eletrobras também vêm promovendo a modernização da indústria da construção por meio do estabelecimento de normas e da criação de programas que estimulam o melhor desempenho das construções. A tabela 1 traz as principais iniciativas de âmbito nacional voltadas para a indústria da construção, agrupadas segundo suas finalidades.

TABELA 1
Iniciativas voltadas para a indústria da construção agrupadas segundo sua finalidade

Instituição	Iniciativas	Finalidade
Finep	Programa Habitare (1995-2007) Financiamentos para as áreas de saneamento ambiental e habitação (2009-2010)	Disseminação tecnológica e incentivo à P&D
ABDI	Projeto Agendas Tecnológicas Setoriais Estudo Prospectivo Setorial da Construção Civil (EPS-CC) Panorama Setorial da Construção Civil	Estudos setoriais prospectivos
CBIC	Projeto Inovação Tecnológica (PIT)	Organização setorial
Antac	Plano Estratégico para Ciência, Tecnologia e Inovação na Área de Tecnologia do Ambiente Construído com Ênfase na Construção Habitacional	Política setorial
Ministério das Cidades	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP-H)	Qualidade e <i>performance</i>
Eletrobras	Procel Edifica	
ABNT	Normas diversas	Normatização

Fonte: Adaptado de Cardoso *et al.* (2001).
Elaboração do autor.

Um levantamento realizado por Cardoso (2011) sobre as pesquisas em desenvolvimento no país indica a grande diversidade dos temas, bem como seu alinhamento aos interesses dos agentes públicos e privados, e a dispersão física dos centros de pesquisa. Entretanto, o autor não identifica o desenvolvimento de novos conceitos de produtos que tenham integração com a produção de mercado, existindo uma baixa incidência de temas relacionados à inovação ou à transformação destes projetos de pesquisa em produtos e processos inovadores. Adicionalmente, o trabalho destaca diversos esforços para o desenvolvimento do setor, mas enfatiza a carência

de uma política pública que defina uma estratégia mais ampla de CTI e traga um maior alinhamento entre os ambientes acadêmico, empresarial e governamental.

A exemplo do Reino Unido, os centros de pesquisa responsáveis pela disseminação tecnológica são as principais estruturas no processo de inovação. No Brasil, aqueles voltados para inovação estão localizados predominantemente nas universidades que oferecem cursos de pós-graduação para o desenvolvimento de pesquisas acadêmicas. Também se destaca o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), os poucos APLs relacionados à construção civil – como pedras ornamentais, mineração e cerâmica – e as atividades desenvolvidas em determinados parques tecnológicos. Conforme comentado, apesar de todos estarem sujeitos a normas de edificação sustentáveis, entre os 74 parques tecnológicos distribuídos no país, nenhum se consolidou na temática de construção civil. Existem em operação apenas dois que acomodam parceiros voltados para a indústria da construção civil: o Núcleo de Tecnologia Industrial (Nutec), no Ceará, e o Parque Tecnológico Ulbratech, no Rio Grande do Sul (Anprotec, 2008), além das propostas para a criação de mais um parque tecnológico para pesquisas que envolvem a construção civil em Goiânia (Goiânia..., 2013) e do primeiro parque tecnológico brasileiro dedicado à indústria da construção, em Brasília (Wilde, 2011).

3 CARACTERÍSTICAS DA INFRAESTRUTURA DE CT&I NACIONAL VOLTADA PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO

Milford (2000) destaca que o distanciamento entre as capacidades produtivas e de assimilação técnica é provavelmente um dos motivos para o declínio das indústrias nos países em desenvolvimento. Nos países desenvolvidos, o autor enfatiza que este relacionamento possui um forte laço que envolve diversas instituições, entre as quais se destacam os laboratórios públicos para P&D.

Observando esta importância, as subseções seguintes apresentam as características físicas e operacionais dos principais laboratórios brasileiros voltados para a indústria da construção. Estas informações foram obtidas por meio de um questionário respondido pelos respectivos coordenadores, igualmente aplicado a infraestruturas de outros segmentos,¹¹ selecionados para os estudos do projeto Sistema Nacional de Inovação e Infraestrutura de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil realizado em parceria pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), CNPq e Ipea.

Os resultados gerais preliminares do projeto foram apresentados por De Negri e Squeff (2014), utilizados como principal referência para comparação

11. O projeto CT&I no Brasil englobou as principais infraestruturas de pesquisa voltadas para petróleo e gás, defesa, aeronáutica, tecnologias da informação e comunicação (TICs) e energias renováveis e construção civil.

dos dados referentes às infraestruturas de pesquisas voltadas para a construção civil. Desta forma, a subseção a seguir apresenta a metodologia utilizada para selecionar os laboratórios participantes deste trabalho e as subseções seguintes apresentam os resultados obtidos.

3.1 Metodologia para o mapeamento e a seleção das infraestruturas e instituições

A identificação inicial das instituições que seriam alvo da coleta de dados do trabalho referenciou-se nas informações sobre os grupos de pesquisa cadastrados no CNPq para identificar aqueles envolvidos com pesquisas voltadas para a construção civil. A base de dados disponibilizada pelo CNPq reúne os grupos de trabalho cadastrados e atualizados até fevereiro de 2010. Àquela data, era composta por cerca de 23,7 mil grupos de pesquisa distintos, reunindo informações individuais sobre a área e a subárea de atuação, especificação da área, área de conhecimento, instituição vinculada, quantidade de empresas e pesquisadores vinculados, assim como o nome e uma breve descrição do grupo.

O primeiro filtro para a seleção das instituições-alvo do estudo utilizou os registros sobre as grandes áreas e subáreas de atuação e as áreas de conhecimento e de especialização. A avaliação dos dados foi iniciada pela seleção das grandes áreas relacionadas à construção civil e, quando disponíveis, das subáreas a elas associadas, conforme apresentado da tabela 1 do anexo. Para identificar grupos de pesquisa multidisciplinares também relacionados com a construção civil – que atuam em outras grandes áreas e subáreas –, os dados sobre as áreas de conhecimento e especialização foram avaliados separadamente. Entre os registros sobre a área de conhecimento, foram identificados quinze relacionados à construção civil, apresentados na tabela 2 do anexo. Dada a diversidade de especializações, nestes registros foi realizada uma busca de palavras-chave inteiras ou fracionadas, como “constru”, “madeira”, “ciment”, aço, “estrutura”, “cerâmico”, “projeto” e “resíduo”. Desta forma, a aplicação deste primeiro filtro permitiu selecionar 4.760 grupos de pesquisa e 341 instituições com ao menos um tipo de afinidade nos registros sobre a área, subárea, área de conhecimento e especialização dos grupos de trabalho.

Para identificar os potenciais grupos de pesquisa que utilizam infraestrutura laboratorial, um segundo filtro realizou uma busca por palavras-chave – seguindo os critérios utilizados anteriormente – sobre os registros de nomes e descrições dos 4.760 grupos de pesquisa selecionados pelo primeiro filtro. Este filtro resultou na identificação de 184 grupos de pesquisa em 67 instituições com afinidade em ao menos um destes campos, considerados como grupos de pesquisa específicos para a indústria da construção, conforme apresenta a tabela 3.

Além dos números de grupos de pesquisa e de instituições, os dados do CNPq disponibilizaram as quantidades de empresas e de pesquisadores vinculados

aos grupos de pesquisa, permitindo classificar as 67 instituições selecionadas no segundo filtro segundo as quantidades de empresas e de pesquisadores vinculados. Para ilustrar o resultado desta seleção, a tabela 2 destaca apenas as cinco instituições que se destacaram com as maiores quantidades de empresas participantes, de pesquisadores e de grupos de pesquisa.

TABELA 2

Quantidade de pesquisadores, empresas e grupos de pesquisa entre as cinco instituições que mais se destacaram no levantamento preliminar de infraestruturas de pesquisa

Instituições	Empresas	Pesquisadores ²	Grupos de pesquisa
USP	83	1.301	86
UFRJ	47	1.048	59
UFRGS	78	914	60
Unesp	45	811	46
Unicamp	28	747	42
UFSCAR ¹	50	270	18

Fonte: CNPq.

Elaboração do autor.

Notas: ¹ A UFSCAR foi incluída na relação por estar entre as cinco instituições com maior número de empresas vinculadas aos grupos de pesquisa voltados para a indústria da construção.

² As quantidades acima podem representar a duplicação de um pesquisador ou empresa em mais de um grupo de pesquisa.

A partir dessa classificação, foram selecionadas, em um terceiro filtro, para participar do estudo aquelas instituições com interação com o setor – com ao menos uma empresa vinculada por meio dos grupos de pesquisa; que oferecem pós-graduação; com cinco ou mais pesquisas relacionadas à indústria da construção; e com ao menos uma instituição por região. Desta forma, 48 instituições foram selecionadas para participarem deste trabalho sobre infraestrutura de pesquisa. A identificação das infraestruturas vinculadas a estas instituições e voltadas para pesquisas na indústria da construção foi realizada por meio de busca direta na internet, permitindo reunir informações sobre os coordenadores e o contato de 140 infraestruturas.

TABELA 3

Quantidade de grupos, instituições, empresas e pesquisadores cadastrados nos grupos de pesquisa do CNPq segundo a afinidade com a indústria da construção civil (fev./2010)

	Cadastrados	Primeiro filtro	Segundo filtro	Terceiro filtro
Grupos	23.699	4.760	184	140
Instituições	436	341	67	48

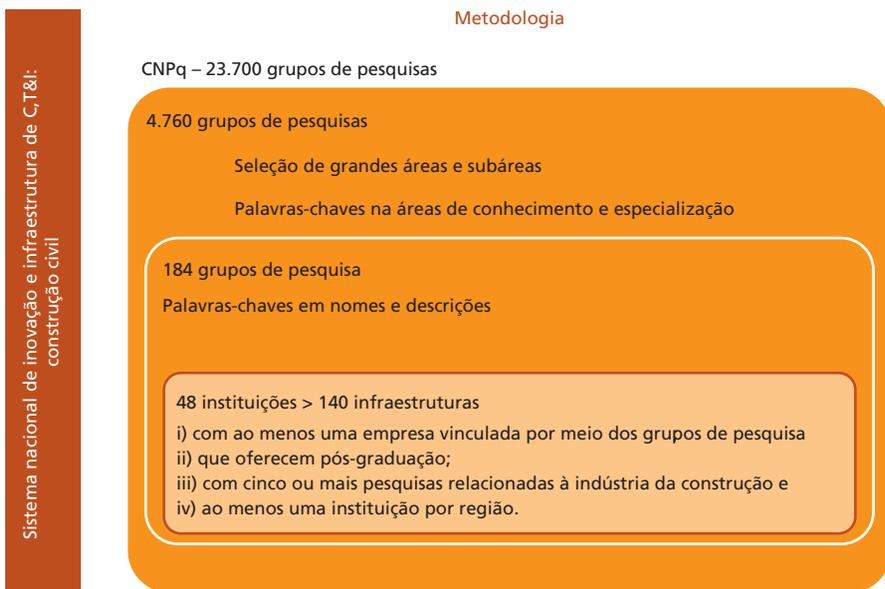
Fonte: CNPq.

Elaboração do autor.

O processo interativo de mapeamento inicial das instituições que foram contactadas para participar da pesquisa pode ser resumidamente apresentado pela figura 1.

FIGURA 1

Apresentação esquemática dos critérios para seleção das instituições participantes da pesquisa



Elaboração do autor.

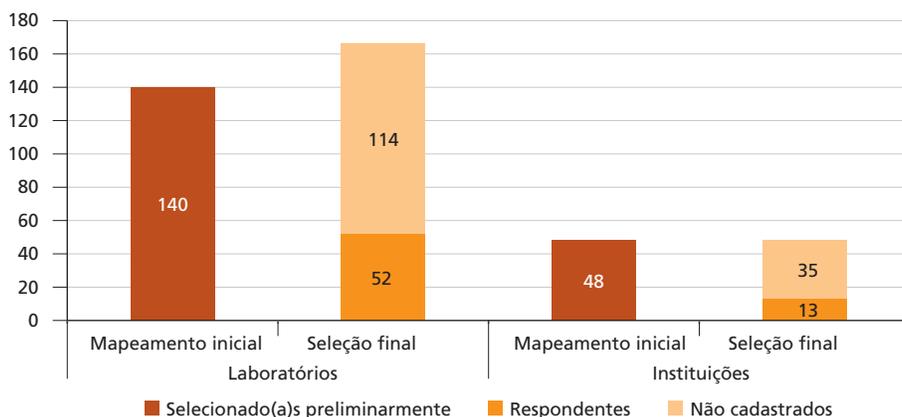
Essas informações foram utilizadas pelo CNPq para enviar aos dirigentes das instituições e aos responsáveis pelas infraestruturas uma carta de apresentação do projeto e o endereço de acesso para um questionário. Oportunamente, foi solicitado que realizassem uma verificação preliminar das infraestruturas relacionadas para indicar possíveis necessidades de atualização e correção dos nomes, departamentos vinculados e respectivos coordenadores, bem como o cadastramento de outras infraestruturas afins. O questionário, por sua vez, teve como propósito coletar os dados sobre a identificação, as características das suas instalações físicas, dos equipamentos, dos recursos humanos, das atividades desenvolvidas, das cooperações e informações financeiras e sobre a acreditação das respectivas infraestruturas.

Tal etapa resultou em um aumento significativo do número de infraestruturas em diversas áreas, sendo oportuno realizar uma nova avaliação dos dados para reavaliar o grupo de infraestruturas e instituições envolvidas com pesquisas para a indústria da construção. A primeira revisão identificou as infraestruturas apenas

pela afinidade do nome da infraestrutura com a indústria da construção e teve por objetivo acompanhar o preenchimento dos questionários. Nesta etapa, foram identificadas 88 infraestruturas voltadas para a indústria da construção; mas outros 114 mapeamentos preliminarmente, porém, não estavam presentes na relação de infraestruturas enviada pelas instituições. Um novo convite foi encaminhado aos responsáveis destas infraestruturas não cadastradas e aos daquelas cadastradas que não haviam concluído o preenchimento do questionário e encaminhado os dados para o CNPq antes do prazo final estabelecido (16 de dezembro de 2013). Ao final, nenhuma outra infraestrutura foi cadastrada, e todas as citadas 88 infraestruturas concluíram as etapas de preenchimento e enviaram os questionários para o CNPq.

Em seguida, os dados coletados por meio do questionário possibilitaram realizar uma segunda revisão mais pormenorizada de todas as 1.764 infraestruturas da base de dados. Procedeu-se a uma nova verificação dos registros das áreas (grande área, subárea e área de conhecimento) e descrição das infraestruturas. A diversidade de atividades e de setores envolvidos na cadeia da indústria da construção¹² resultou na necessidade de um maior rigor na seleção das infraestruturas a serem estudadas. Por meio dos registros sobre o setor de atividade, foram selecionados aqueles relacionados diretamente ao processo de construção, apresentados na tabela 5. Como resultado desta última avaliação, 52 infraestruturas foram identificadas em 23 instituições, conforme mostra o gráfico 2.

GRÁFICO 2
Número de instituições e infraestruturas mapeadas
 (Em unidades)



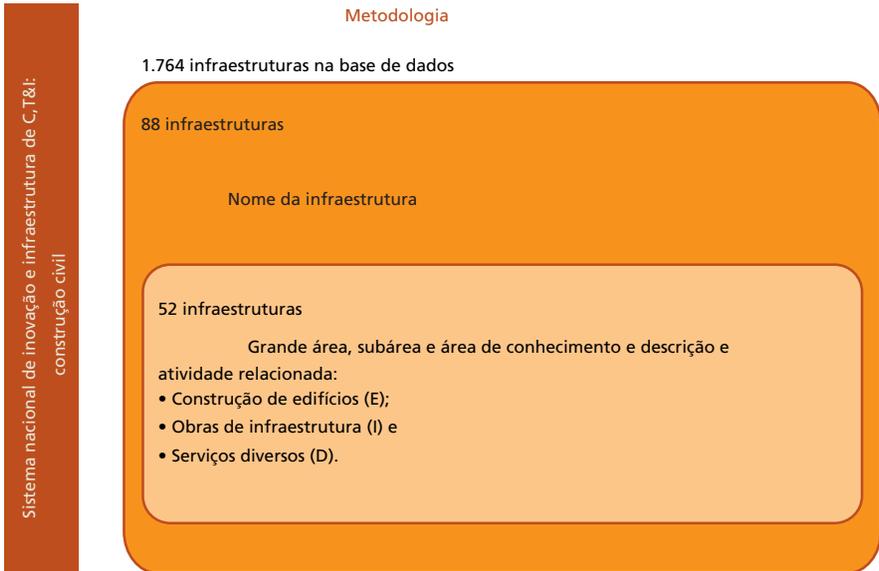
Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.
 Elaboração do autor.

12. A exemplo de pesquisas relacionadas à extração de insumos, equipamentos, apoio e informática.

Esse procedimento de seleção interativa das instituições na base de dados do projeto pode ser resumido conforme apresenta a figura 2.

FIGURA 2

Apresentação esquemática dos critérios para seleção das instituições presentes na base de dados objeto do estudo



Elaboração do autor.

Dessa forma, a descrição e a análise dos resultados realizados a seguir estão fundamentadas nas informações sobre 52 infraestruturas, adquiridas por meio do questionário aplicado pelo CNPq/MCTI/Ipea. Estas informações serão organizadas de forma a discorrer sobre os dados gerais, recursos humanos, atividades desenvolvidas e a situação atual, tendo como referência a percepção de cada respondente, seus coordenadores.

3.2 Características gerais da infraestrutura de pesquisa

Uma primeira caracterização do grupo de infraestruturas voltadas para pesquisas na indústria da construção refere-se ao tipo de atividade e às áreas de conhecimento em que atuam. Todas as 52 infraestruturas selecionadas foram associadas, pelos respectivos coordenadores, a atividades laboratoriais¹³ e a três grandes áreas de conhecimento (48 instituições associadas a engenharias, três a ciências exatas

13. A pesquisa permitiu classificar as atividades da infraestrutura como estação ou rede de monitoramento, laboratório, navio de pesquisa ou laboratório flutuante, observatório e planta ou usina-piloto.

e uma a ciências biológicas). Além da interação com outras áreas e do rigor metodológico e teórico que determinam a qualidade das pesquisas, a confiabilidade na infraestrutura para pesquisa também representa a credibilidade dos estudos desenvolvidos. A esse respeito, os coordenadores informaram que 92,3% destas infraestruturas foram acreditadas.

No Brasil, Pereira (2008) comenta que o desenvolvimento dessas infraestruturas ocorreu, de maneira geral, até o início dos anos 1990. Entretanto, a criação dos laboratórios voltados para a indústria da construção civil foi intensificada a partir desta época. Apesar de algumas infraestruturas informarem o início da operação antes de 1970, cerca de 77% iniciaram a partir de 1990, conforme destacado na tabela 4. Os laboratórios associados à grande área de ciências exatas e da Terra apresentaram idade média de 12,5 anos, inferior em relação aos associados à engenharia (23,1 anos).

TABELA 4
Número de laboratórios segundo o ano de início de operação

Início de operação	Número de laboratórios	(%)
Antes de 1970	2	3,9
De 1970 a 1979	6	11,5
De 1980 a 1989	4	7,7
De 1990 a 1999	14	26,9
De 2000 a 2009	11	21,2
De 2010 a 2012	15	28,9

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.
Elaboração do autor.

Conforme comentado, a seleção dos laboratórios respeitou critérios de afinidade dos registros identificados por meio da identificação de termos-chave com a indústria da construção em diversos campos. Esta seleção resultou na abrangência dos seguintes setores de atividade listados na tabela 5.

TABELA 5
Quantidade de laboratórios e instituições por setor de atividade, com repetição¹

Setor	Laboratórios	(%)	Instituições	(%)
Construção de edifícios (E)	19	36,5	11	21,2
Outros serviços especializados para construção (D)	10	19,2	9	17,3
Construção de rodovias, ferrovias, obras urbanas e obras de arte especiais (I)	9	17,3	8	15,4
Serviços de arquitetura e engenharia; testes e análises técnicas (E/I)	9	17,3	6	11,5
Construção de outras obras de infraestrutura (I)	6	11,5	5	9,6

(Continua)

(Continuação)

Setor	Laboratórios	(%)	Instituições	(%)
Obras de infraestrutura para energia elétrica, telecomunicações, água, esgoto e transporte por dutos (I)	6	11,5	6	11,5
Serviços de arquitetura e engenharia e atividades técnicas relacionadas (E)	6	11,5	4	7,7
Serviços especializados para construção (D)	4	7,7	4	7,7
Demolição e preparação do terreno (D)	2	3,8	2	3,8
Instalações elétricas, hidráulicas e outras instalações em construções (E)	2	3,8	2	3,8
Obras de acabamento (D)	2	3,8	2	3,8
Obras de infraestrutura (I)	2	3,8	2	3,8

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Nota: ¹ O questionário permitiu a associação de cada infraestrutura a mais de um setor de atividade, resultando na repetição de infraestruturas em determinados setores.

Obs.: Construção de edifícios (E), obras de infraestrutura (I) e serviços diversos (D).

Entre os doze setores apresentados na tabela 4, quatro se destacaram pela quantidade de laboratórios e instituições associadas: construção de edifícios; construção de rodovias, ferrovias, obras urbanas e obras de arte especiais; outros serviços especializados para construção; e serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas.

Esses resultados também ilustram a maior recorrência de estudos voltados para a área de edificações, conforme comentado na subseção 2.2. Cerca de 70% dos laboratórios foram associados a pesquisas voltadas para a construção de edifícios (E), enquanto que os segmentos de obras de infraestrutura (I) e serviços diversos (D) estão presentes em menos da metade dos laboratórios da amostra. Apesar disso, em mais de 90% das instituições, são desenvolvidos estudos voltados para a construção de edifícios e obras de infraestrutura e em 73,9%, pesquisas voltadas para serviços diversos, conforme apresenta a tabela 6.

TABELA 6

Quantidade de laboratórios e instituições segundo o principal segmento envolvido, com repetição¹

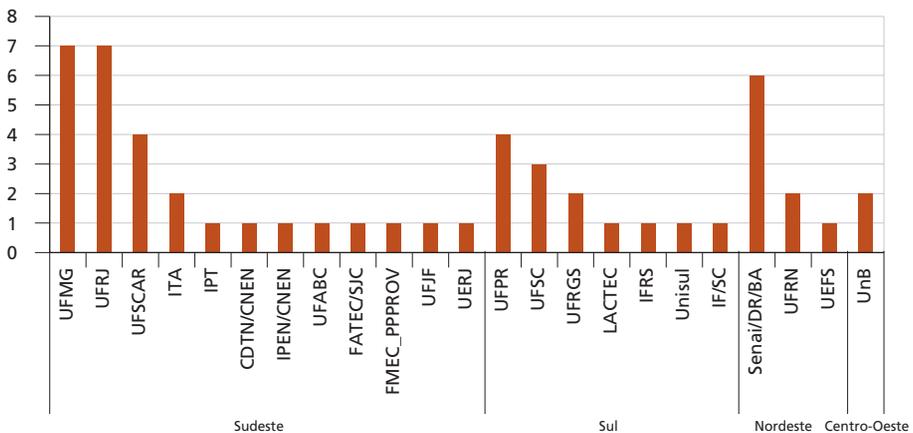
Segmento	Laboratórios	(%)	Instituições	(%)
Construção de edifícios (E)	36	69,2	23	100,0
Obras de infraestrutura (I)	23	44,2	21	91,3
Serviços diversos (D)	18	34,6	17	73,9

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Nota: ¹ O questionário permitiu a associação de cada infraestrutura a mais de um setor de atividade, resultando na repetição de infraestruturas em cada segmento.

Apenas duas instituições são organizações privadas, fazendo com que os recursos utilizados para a criação e a manutenção das infraestruturas em estudo sejam predominantemente públicos. Entre as 23 instituições selecionadas, destacaram-se a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai)/Diretoria Regional da Bahia pelo maior número de laboratórios cadastrados, conforme mostra o gráfico 3. No mesmo gráfico, é possível também constatar a dispersão física dos centros de pesquisa no território brasileiro apontada por Cardoso (2011). Entretanto, os laboratórios voltados para a indústria da construção e as respectivas instituições estão concentrados na região Sudeste, seguida das regiões Sul, Nordeste e Centro-Oeste. Apesar de a metodologia para o mapeamento preliminar das instituições relevantes para a indústria da construção incorporar critérios para formar uma amostra representativa de todas as regiões brasileiras, ao final não foi identificado nenhum laboratório cadastrado com afinidade para a construção civil na região Norte.

GRÁFICO 3
Número de laboratórios por instituição, agrupados por região



Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

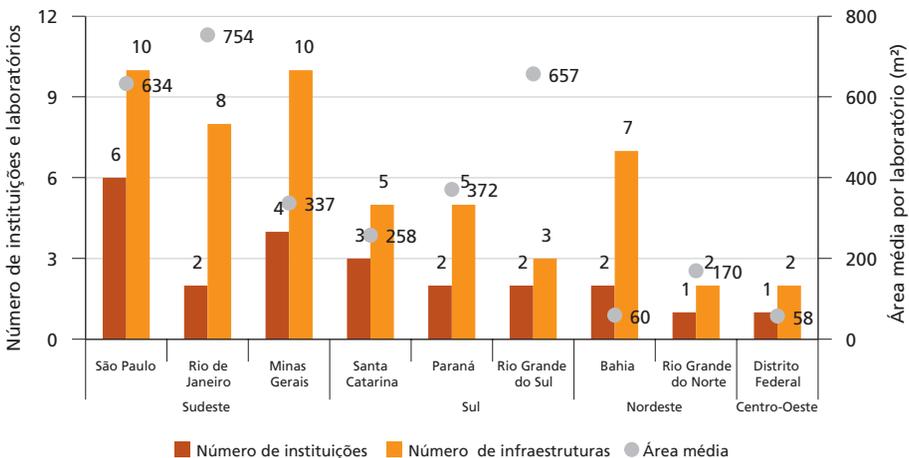
Obs.: CDTN/CNEN – Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear/Comissão Nacional de Energia Nuclear; Lactec – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Institutos Lactec); e FUMEC – Fundação Mineira de Educação e Cultura.

Os laboratórios de pesquisa na indústria da construção cadastrados se concentraram nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, conforme mostra o gráfico 4. Ao todo, a área física dos laboratórios selecionados somaram 21.733 m², concentrados principalmente nos estados de São Paulo (6.335 m²) e do Rio de Janeiro (6.030 m²). A partir dos dados apresentados por De Negri e Squeff (2014), percebe-se que a área física média das infraestruturas voltadas para a indústria da construção civil (418 m²) é o dobro da média nacional (205 m²).

Os dados permitiram também agrupar os laboratórios em três grupos: com mais de 600 m², entre 200 m² e 400 m² e com até 200 m². O primeiro grupo é formado pelos laboratórios localizados no Rio de Janeiro (oito infraestruturas; duas instituições), Rio Grande do Sul (três; duas) e São Paulo (dez; seis). O segundo grupo é formado pelos laboratórios do Paraná (cinco; duas), Minas Gerais (quatro; quatro) e Santa Catarina (cinco; três). O último, por laboratórios do Rio Grande do Norte (duas; uma), Bahia (sete; duas) e Distrito Federal (duas; uma).

GRÁFICO 4

Número de infraestruturas e instituições e área média por Unidade da Federação



Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Esses resultados mostram que as pesquisas realizadas na indústria da construção civil envolvem laboratórios de grandes dimensões. Isto porque no estudo na área de estruturas das construções, por exemplo, são necessários grandes equipamentos para ensaios físicos, mecânicos e até aerodinâmicos de protótipos em diversas escalas. Ainda assim, áreas como as de estudos de materiais e revestimentos utilizam espaços relativamente menores para desenvolver pesquisas sobre as propriedades dos insumos e de novos materiais e compostos.

Por vezes, os estudos também envolvem a utilização de laboratórios de outras áreas, a exemplo das análises químicas, biológicas e de propriedades micro e nanoestruturais. Da mesma forma, os laboratórios típicos de pesquisas para a indústria da construção também são utilizados por outras áreas e diversos usuários. Na amostra, menos de 10% (cinco) dos laboratórios declararam atuar em mais de uma grande área (denominados de multidisciplinares) e cerca de 80% (41) são utilizados por usuários externos¹⁴ (denominados multiusuários).

14. Entende-se por usuário externo "aquele pesquisador que utilizou os serviços ou os equipamentos do laboratório no ano-base e não faz parte da equipe de pesquisadores, técnicos ou estudantes do próprio laboratório e/ou infraestrutura". Assim, são pesquisadores vinculados a outras instituições, no Brasil ou no exterior, ou a outros departamentos da própria instituição que não fazem parte da equipe do laboratório e/ou infraestrutura (De Negri e Squeff, 2014).

3.3 Recursos humanos

As 52 infraestruturas voltadas para a indústria da construção envolveram, em 2012, pouco mais de 1,4 mil pessoas, entre equipes técnicas/administrativas, pesquisadores internos e externos aos respectivos laboratórios e estudantes, conforme sistematiza a tabela 7.

TABELA 7
Número de usuários segundo a atividade desempenhada e o vínculo com as respectivas instituições

	Quantidade	(%)
Apoio técnico e administrativo	180	12,5
Pesquisadores internos	198	13,8
Coordenadores (um por infraestrutura)	52	3,6
Equipe laboratorial	430	29,9
Alunos de graduação	573	39,9
Alunos de pós-graduação	198	13,8
Pesquisadores da mesma instituição (exceto pesquisadores internos)	109	7,6
Usuários externos aos departamentos, mas vinculados às respectivas instituições (1)	880	61,3
Pesquisadores de empresas	56	3,9
Pesquisadores de outras instituições	70	4,9
Usuários externos às respectivas instituições (2)	126	8,8
Usuários externos aos laboratórios (1+2)	1.006	70,1
Total	1.436	100,0

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

A tabela 7 também mostra que os laboratórios selecionados possuem 430 pessoas vinculadas à equipe interna e atenderam a outros 1.006 usuários externos aos respectivos departamentos (880) e instituições (126). Adicionalmente, 25 destes usuários são de nacionalidade estrangeira, dos quais nove possivelmente¹⁵ representam o vínculo com instituições internacionais – informado pelos coordenadores pela questão “Pesquisadores estrangeiros de outras instituições”. Na distinção dos usuários externos entre alunos e pesquisadores, percebem-se, na tabela 7, que 53,7% dos usuários são alunos dos cursos de graduação e pós-graduação (771 alunos) e 16,4% são pesquisadores externos (235 pesquisadores).

Conforme destacado por De Negri e Squeff (2014), a maior interação das infraestruturas com usuários externos favorece o desenvolvimento tecnológico. Entre as infraestruturas de pesquisas voltadas para a indústria da construção, esta interação é predominantemente de âmbito nacional – uma vez que apenas 25 dos 1.006 usuários

15. Os usuários estrangeiros podem ser provenientes de outros departamentos da mesma instituição, de outras instituições nacionais ou internacionais.

são de nacionalidade estrangeira – e com elevado uso científico e acadêmico. A baixa incidência de pesquisadores de empresas entre os usuários externos (5,6%) é inferior ao observado no cenário nacional (6,3%), recursos que contribuem para uma maior interação entre o setor e a academia. Como referência, o Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes) – unidade responsável pelas atividades de P&D da Petrobras – envolveu, em 2010, cerca de 1,6 mil empregados próprios com dedicação exclusiva a 4 mil projetos de pesquisa em andamento naquele ano. Pouco mais de 80% destes recursos estavam voltados para atividades de P&D e eram formados por pesquisadores de nível superior e técnicos de laboratório de nível médio. Além disso, o centro é utilizado por engenheiros que se dedicam às atividades de engenharia básica, responsáveis pelos primeiros estágios de projetos de grandes empreendimentos (Medeiros, 2010). Este arranjo facilita a integração e o aprimoramento das pesquisas com as etapas de projeto e, conseqüentemente, de produção.

A tabela 8 apresenta as quantidades de laboratórios e recursos por Unidade da Federação (UF) e respectivas concentrações percentuais destes segundo as regiões brasileiras. Assim como observado na distribuição dos laboratórios nas regiões brasileiras (gráficos 3 e 4), em 2012 os pesquisadores internos também se concentraram na região Sudeste, seguida pelas regiões Sul, Nordeste e Centro-Oeste. A maior interação com usuários externos ocorreu no estado de Santa Catarina, mas a maior parte destes recursos (48,9%) se concentrou na região Sul. Em média, as infraestruturas de pesquisa da amostra contaram com cerca de quatro funcionários técnicos e administrativos e pesquisadores internos, número próximo ao observado para o cenário nacional (3,4 e 4,6 respectivamente).

TABELA 8
Número de laboratórios, de pesquisadores e média de pesquisador por infraestrutura segundo a região

Região	UF	Quantidades de			
		Infraestruturas	Técnicos e administrativos	Pesquisadores internos	Usuários externos
Centro-Oeste		3,9%	0,6%	3,0%	1,7%
	DF	2	1	6	17
Nordeste		17,3%	5,0%	12,6%	5,1%
	BA	7	7	16	10
	RN	2	2	9	41
Sudeste		53,8%	69,4%	59,1%	48,9%
	MG	10	11	31	182
	RJ	8	34	32	217
	SP	10	80	54	93
Sul		25,0%	25,0%	25,3%	44,3%
	PR	5	39	23	104
	RS	3	4	15	23
	SC	5	2	12	319
Total		52	180	198	1.006

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

O questionário permitiu estratificar os recursos humanos internos (técnico-administrativo e pesquisador interno) segundo o grau de escolaridade, conforme apresenta a tabela 9. O apoio técnico e administrativo é formado por mais da metade de empregados com ensino médio (53,3%), enquanto que na equipe de pesquisadores prevalecem os doutores (70,2%). A distribuição da titulação máxima dos pesquisadores internos às infraestruturas voltadas para a construção civil é semelhante à do cenário nacional apresentado por De Negri e Squeff (2014).

TABELA 9
Número de pessoas segundo o grau de titulação e a atividade desempenhada

Pesquisadores internos			Apoio técnico-administrativo		
Titulação máxima	Total	(%)	(%)	Total	Titulação máxima
Doutorado	142	70,2	11,7	21	Doutorado
Mestrado	35	16,7	15,0	27	Mestrado
Especialização	4	2,0			
MBA	2	1,0	3,9	7	Especialistas
Extensão universitária	1	0,5			
Graduação	10	5,1	16,1	29	Graduação
Ensino médio (2º grau)	4	2,0	53,3	96	Ensino médio (2º grau)
Total	198	100,0	100,0	180	Total

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

A pesquisa permitiu também conhecer com maior detalhe o tipo de vínculo desses recursos e o tempo de dedicação dos pesquisadores internos à infraestrutura. Os dados enviados pelos laboratórios mostraram que cerca de 77% dos pesquisadores internos e técnico-administrativos possuem vínculo com as instituições, percentual este pouco superior ao do cenário nacional (74%). Entre os pesquisadores, 54,5% são servidores públicos; 22,7%, celetistas; e 74,9% dos técnicos administrativos são servidores públicos ou funcionários, conforme apresenta a tabela 10.

TABELA 10
Número de pesquisadores segundo o tipo de vínculo e função

Pesquisadores internos			Apoio técnico-administrativo		
Tipo de vínculo	Total	(%)	(%)	Total	Tipo de vínculo
Servidor público	109	54,5	74,9	133	Servidor/funcionário
Celetista	47	22,7			
Bolsista	23	12,1	20,9	39	Prestador de serviço/terceirizado
Pesquisador visitante	6	3,5			
Outro	13	7,1	4,3	8	Outro
Total	198	100,0	100,0	180	Total

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

As principais distinções que se observam nas infraestruturas em tela em relação ao cenário nacional apresentado por De Negri e Squeff (2014) são, em relação aos pesquisadores internos, a menor proporção de servidores públicos (5,9 pontos percentuais – p.p.) e a maior proporção de celetistas (9,1 p.p.); e em relação ao apoio técnico-administrativo, as maiores proporções de servidores/funcionários (14,5 p.p.) e prestadores de serviço (5,8 p.p.), bem como a menor proporção de outros tipos de vínculo (14,9 p.p.).

Em relação ao tempo de dedicação dos pesquisadores internos à infraestrutura, a tabela 11 mostra que 42,9% dos pesquisadores dedicam mais de trinta horas semanais de efetivo exercício de atividades nos laboratórios. Enquanto 51,0% dos pesquisadores possuem dedicação inferior a vinte horas semanais, apenas 6,1% dos pesquisadores cumprem entre vinte e trinta horas semanais de dedicação à infraestrutura. Percebe-se, portanto, que cerca da metade dos pesquisadores (49,0%) possuem significativa dependência da disponibilidade das infraestruturas – uma vez que dedicam vinte horas semanais ou mais ao seu uso –, percentual inferior ao encontrado para o cenário nacional (60,1%).

TABELA 11
Número de pesquisadores internos segundo o tempo de dedicação

Tempo de dedicação	Total	(%)
Mais de trinta horas semanais	85	42,9
Mais de vinte horas a trinta horas semanais	12	6,1
Mais de dez horas a vinte horas semanais	42	21,2
Até dez horas semanais	59	29,8
Total	198	100,0

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

A citada predominância de instituições públicas na amostra indica que os pesquisadores internos do tipo servidores públicos vinculados às infraestruturas de pesquisa voltadas para o setor estão sujeitos a desempenhar concomitantemente a regência de classes, atividades administrativas e de pesquisa. Com isso, os servidores públicos declarados no estudo dificilmente dedicarão mais de vinte horas semanais de pesquisa às infraestruturas, ficando esta atribuição a cargo de celetistas, bolsistas, pesquisadores visitantes e com outros tipos de vínculo.

3.4 Instalações físicas, equipamentos, custos operacionais, financiadoras e receitas

O questionário respondido pelos coordenadores dos laboratórios foi composto por uma seção específica sobre instalações físicas, equipamentos, custos operacionais e receitas. A partir da estratificação destes valores, é possível identificar um maior ou um menor porte dos laboratórios segundo estas variáveis.

Ao todo, 71,2% (49) dos coordenadores estimaram o valor dos laboratórios em até R\$ 1 milhão, formado principalmente por 31 laboratórios com instalações físicas valoradas em até R\$ 500 mil (menor porte entre os demais laboratórios). As instalações físicas de outros quinze laboratórios (28,8%) foram estimadas com valores entre R\$ 1 milhão e R\$ 50 milhões. Este percentual é superior ao observado no cenário nacional (23,0%) e concentra metade dos laboratórios valorados entre R\$ 30 milhões e R\$ 50 milhões do cenário nacional. Os dados consideram o valor do imóvel e das instalações físicas disponíveis, detalhados na tabela 12 por faixas de valor esperado.

TABELA 12
Número de laboratórios segundo o valor total estimado da infraestrutura

Valores esperados das instalações físicas	Número de infraestruturas	(%)
Até R\$ 500 mil	31	59,6
Acima de R\$ 500 mil até R\$ 1 milhão	6	11,5
Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 3 milhões	8	15,4
Acima de R\$ 3 milhões até R\$ 5 milhões	4	7,7
Acima de R\$ 5 milhões até R\$ 10 milhões	1	1,9
Acima de R\$ 20 milhões até R\$ 30 milhões	1	1,9
Acima de R\$ 30 milhões até R\$ 50 milhões	1	1,9
Total	52	100,0

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Segundo a percepção dos coordenadores, 92,3% das infraestruturas de pesquisa voltadas para o setor são compostas por equipamentos de até R\$ 2 milhões, sendo que 30,8% declararam inferiores a R\$ 100 mil (laboratórios de menor porte). Este percentual é superior ao do cenário nacional (87,9%) apresentado por De Negri e Squeff (2014). Entretanto, percebe-se na amostra uma proporção superior de equipamentos de maior valor em relação ao cenário nacional: cerca de 6% dos respondentes avaliaram os equipamentos entre R\$ 10 milhões e R\$ 30 milhões, enquanto que esta mesma faixa de valores não concentrou mais de 2% da amostra nacional. A tabela 13 apresenta os dados coletados.

TABELA 13
Número de laboratórios segundo o valor estimado dos equipamentos

Equipamentos de pesquisa	Número de infraestruturas	(%)
Até R\$ 100 mil	16	30,8
Acima de R\$ 100 mil até R\$ 250 mil	9	17,3
Acima de R\$ 250 mil até R\$ 500 mil	8	15,4

(Continua)

(Continuação)

Equipamentos de pesquisa	Número de infraestruturas	(%)
Acima de R\$ 500 mil até R\$ 1 milhão	8	15,4
Acima de R\$ 1 milhão até R\$ 2 milhões	7	13,5
Acima de R\$ 2 milhões até R\$ 3 milhões	1	1,9
Acima de R\$ 10 milhões até R\$ 15 milhões	1	1,9
Acima de R\$ 15 milhões até R\$ 20 milhões	1	1,9
Acima de R\$ 20 milhões até R\$ 30 milhões	1	1,9
Total	52	100,0

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Os custos operacionais anuais de 61,5% (32) dos laboratórios foram estimados em até R\$ 100 mil, sendo 23 destes com gastos anuais inferiores a R\$ 50 mil (laboratórios de menor porte). Oito respondentes não conseguiram estimar este valor, mas, segundo os demais, este valor pode chegar em até R\$ 5 milhões (laboratórios de maior porte), conforme mostra a tabela 14. A distribuição percentual dos custos operacionais nas infraestruturas da amostra não apresentou significativas discrepâncias em relação ao cenário nacional.

TABELA 14

Número de laboratórios segundo os custos operacionais

Custos operacionais	Número de infraestruturas	(%)
Até R\$ 50 mil	23	44,2
Acima de R\$ 50 mil até R\$ 100 mil	9	17,3
Acima de R\$ 100 mil até R\$ 150 mil	2	3,8
Acima de R\$ 200 mil até R\$ 300 mil	2	3,8
Acima de R\$ 300 mil até R\$ 500 mil	3	5,8
Acima de R\$ 500 mil até R\$ 750 mil	2	3,8
Acima de R\$ 2 milhões até R\$ 5 milhões	3	5,8
Não foi possível estimar	8	15,4
Total	52	100,0

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Além dos valores arrecadados e do número de infraestruturas envolvidas, a tabela 15 mostra onze tipos de entidades financiadoras envolvidas com os 52 laboratórios da amostra, indicando uma significativa diversificação das fontes financiadoras. O relevante número de infraestruturas financiadas por entidade sinaliza que estes recursos não se limitam a poucos laboratórios de grande porte.

TABELA 15
Número de laboratórios segundo a entidade financiadora

Entidade financiadora	Número de infraestruturas	Renda (R\$)	Contribuição (%)
Empresa privada	15	9.223.000	23,9
CNPq	14	3.018.128	7,8
Petrobras	11	13.589.983	35,2
Própria instituição	11	741.000	1,9
Capes	10	1.216.600	3,2
Fundo Estadual de Amparo	9	1.192.000	3,1
Prestação de serviços	9	1.127.000	2,9
Finep	7	2.616.960	6,8
Outra	4	2.500.904	6,5
Outra empresa pública	3	90.000	0,2
Outra instituição pública	1	3.280.000	8,5
Total		38.595.575	100,0

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Conforme se nota na tabela 16, o valor declarado pelos laboratórios em análise para o financiamento das pesquisas que desenvolvem alcançou R\$ 38,6 milhões¹⁶ em 2012, correspondente a 2,7% do total nacional declarado. Cabe ressaltar que estes recursos estão associados a todas as atividades desenvolvidas nas infraestruturas em análise, não representando, portanto, investimentos em pesquisas específicas no setor de construção civil. Os principais parceiros foram as empresas privadas (R\$ 9,2 milhões; 23,9% da contribuição), o CNPq (R\$ 3,0 milhões; 7,8%) e a Petrobras (R\$ 13,6 milhões; 35,2%), que também se destacaram pelo maior número de laboratórios que financiam (quinze, quatorze e onze respectivamente). Por um lado, estes resultados mostram uma maior relevância destes atores para as infraestruturas de pesquisa da amostra quando comparados ao nacional, em que são responsáveis por 7,3%, 9,1% e 23,0%, respectivamente, do total informado (De Negri e Squeff, 2014). Por outro, a participação das próprias instituições, da Finep e dos Fundos Estaduais de Amparo (respectivamente, 18,6%, 12,5% e 12,5%) – maiores entidades financiadoras no cenário nacional – nos dados da amostra foram consideravelmente mais modestas. Adicionalmente, o percentual financiado pelo setor privado (23,9%) é aproximadamente a metade do planejado no Reino Unido (40%).

Entre as informações coletadas no questionário respondido pelos coordenadores das infraestruturas, está a receita obtida em 2012. Diferentemente do cenário nacional, percebe-se a formação de dois grupos bem definidos de infraestruturas.

16. Alguns respondentes não souberam informar esses dados.

O primeiro grupo é formado por laboratórios com receitas de até R\$ 500 mil, dentre os quais se destacaram pouco mais de 30% das infraestruturas com receitas inferiores a R\$ 50 mil (infraestruturas de menor porte). O segundo grupo é formado por três laboratórios com receitas superiores a R\$ 2 milhões. Uma vez que 34,6% dos respondentes não conseguiram estimar esta informação, conforme apresenta a tabela 16, percebe-se também a dificuldade de estimação desta variável e, conseqüentemente, a maior imprecisão das respostas.

TABELA 16
Número de infraestruturas segundo a faixa de receita

Receitas	Número de infraestruturas	(%)
Até R\$ 50 mil	17	32,7
Acima de R\$ 50 mil até R\$ 100 mil	5	9,6
Acima de R\$ 100 mil até R\$ 150 mil	3	5,8
Acima de R\$ 200 mil até R\$ 300 mil	1	1,9
Acima de R\$ 300 mil até R\$ 500 mil	5	9,6
Acima de R\$ 2 milhões até R\$ 5 milhões	2	3,8
Acima de R\$ 5 milhões	1	1,9
Não é possível estimar	18	34,6
Total	52	100,0

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

3.5 Atividades desenvolvidas nas infraestruturas

As atividades mais desenvolvidas pelos laboratórios são voltadas para pesquisa e ensino, cada qual presente em 92,3% dos laboratórios da amostra. Entretanto, as atividades de desenvolvimento de tecnologia, de prestação de serviços e de extensão também são realizadas por mais da metade das infraestruturas, conforme se observa nas três primeiras colunas da tabela 17.

TABELA 17
Intensidade de uso dos laboratórios segundo o tipo de atividade

Tipo de atividade	Quantidade de laboratórios	(%)	Contínuo (%)	Alguns dias da semana (%)	Alguns dias do mês (%)	Esporádico (%)
Atividade de pesquisa	48	92,3	81,3	12,5	4,2	2,1
Atividades de ensino	48	92,3	41,7	25,0	20,8	12,5
Desenvolvimento de tecnologia	39	75,0	53,8	15,4	10,3	20,5
Prestação de serviço	33	63,5	27,3	9,1	6,1	57,6
Atividade de extensão	29	55,8	24,1	13,8	27,6	34,5
Outra	2	3,8	-	-	-	-

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

As demais colunas da tabela 17 representam a intensidade de uso das infraestruturas por atividade. Percebe-se que as atividades de pesquisa, além de mais presentes na amostra, são realizadas continuamente na grande maioria das infraestruturas (declarado por 81,3% dos respondentes). As atividades de ensino e para o desenvolvimento de tecnologia contínuas são realizadas por aproximadamente metade das infraestruturas que declararam desenvolver estes tipos de atividade (respectivamente, 41,7% e 53,8%) e as atividades de prestação de serviço e de extensão são predominantemente esporádicas.

Em relação aos clientes das infraestruturas selecionadas, as empresas e os pesquisadores estão presentes, respectivamente, em 63,5% e 53,8% dos laboratórios. Existem ainda atividades em cooperação com órgão do governo e outras instituições não especificadas, declarados por 30,8% e 13,5%, respectivamente, dos coordenadores das infraestruturas.

Os serviços técnicos científicos mais requisitados são os ensaios e os testes, a consultoria e a assessoria técnico-científicas, a análise de materiais e o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de processos, todos estes requisitados principalmente pelas empresas. Estas preferências pouco divergem do cenário nacional, em que há uma procura ligeiramente maior por consultoria e assessoria técnico-científicas do que por ensaios e testes (De Negri e Squeff, 2014). A tabela 18 acrescenta ainda os resultados dos principais serviços requisitados por pesquisadores e pelo governo. Enquanto os pesquisadores se concentram nos ensaios e testes e nas análises de materiais, o governo busca nas infraestruturas consultoria e assessoria técnico-científica. Estes resultados mostram que as infraestruturas fornecem não só subsídios para as pesquisas científicas, mas também reforçam o capital intelectual das empresas e do governo.

TABELA 18
Quantidade de infraestrutura por tipo de serviço e de cliente

Tipo de serviço técnico-científico	Empresas	Pesquisadores	Governo	Outro	Total
Ensaios e testes	20	17	5	2	44
Consultoria e assessoria técnico-científicas	21	8	10	1	40
Análise de materiais	15	14	3	3	35
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de processos	15	9	4	1	29
Desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos	12	7	0	0	19
Elaboração e testes de protótipos	11	5	0	0	16
Análise de propriedades físico-químicas	6	7	0	1	14
Informação tecnológica	8	3	1	2	14
Inspeção	6	2	2	0	10
Exames laboratoriais	4	1	1	0	6

(Continua)

(Continuação)

Tipo de serviço técnico-científico	Empresas	Pesquisadores	Governo	Outro	Total
Calibração	1	2	0	0	3
Serviços ambientais	1	1	1	0	3
Certificação	2	0	0	0	2
Manutenção de equipamentos científicos	0	1	0	0	1
Metrologia	1	0	0	0	1
Scale up (escalonamento)	1	0	0	0	1

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

O questionário perguntou também sobre os tipos de cooperação mais utilizados pelas infraestruturas laboratoriais. Conforme destacado na tabela 19, a cooperação com instituições, com agências de fomento e com empresas brasileiras estiveram mais presentes em 2012, com particular atenção às cooperações com instituições estrangeiras que tiveram relevante número de cooperações e um médio grau de importância para as infraestruturas de pesquisa. As cooperações com agências de fomento internacionais e com empresas estrangeiras também se fizeram presentes, mas com baixo grau de importância para os laboratórios.

TABELA 19

Quantidade de infraestruturas segundo o tipo de cooperação e seu grau de importância para a unidade de pesquisa

Atividade de cooperação	Alto	Médio	Baixo	Total
Com instituições brasileiras	19	13	5	37
Com agências de fomento brasileiras	14	15	5	34
Com empresas brasileiras	14	15	4	33
Com instituições estrangeiras	5	14	9	28
Com agências de fomento internacionais	2	2	12	16
Com empresas estrangeiras	1	4	10	15

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Os dados apresentados na tabela 19 demonstram que as infraestruturas de pesquisa na construção civil estão mais propensas às interações nacionais, existindo um médio e, principalmente, um baixo grau de importância das parcerias internacionais. Tal preferência pode ser um fator restritivo para o aprimoramento das infraestruturas, das pesquisas e, conseqüentemente, do desenvolvimento tecnológico, visto que a interação com agentes de outros países se torna um meio de internalização dos avanços técnicos obtidos por instituições mais avançadas no exterior. Em relação ao cenário nacional, existe maior preferência por parcerias nacionais nas infraestruturas de pesquisas voltadas para o setor, uma vez que atribuíram um alto grau de importância às empresas brasileiras em lugar das cooperações com instituições estrangeiras (De Negri e Squeff, 2014).

3.6 Situação das infraestruturas em 2012

O questionário enviado aos coordenadores permitiu que respondessem sobre as condições atuais de operação, com referência a 31/12/2012, especificamente sobre os quesitos de insumos, dos equipamentos, da manutenção e das instalações físicas. De forma geral, os insumos, os equipamentos e a manutenção foram avaliados como boas e muito boas por mais da metade dos respondentes. Entretanto, apesar de cerca de 77% terem iniciado as atividades a partir de 1990 – conforme destacado na tabela 5 –, percebe-se uma piora nos quesitos de equipamentos e de manutenção, tendo em vista a sinalização de condições regulares por uma significativa parte dos respondentes (28,8% e 21,2% respectivamente).

Quanto às condições atuais das instalações físicas, a percepção é diferente. As condições regulares concentraram a maior quantidade de avaliações (36,5%). O representativo percentual de infraestrutura em condições regulares sinaliza a necessidade de investimentos no médio e curto prazo e ainda uma possível dificuldade de gestão destes para mantê-los em melhores condições. Uma vez que se constatou que aproximadamente metade dos pesquisadores internos dedicam vinte horas ou mais às infraestruturas (tabela 11), cabe lembrar que a manutenção das condições das infraestruturas possui importante papel para o desenvolvimento adequado e seguro das atividades.

TABELA 20

Avaliação das condições atuais de insumo, equipamentos, manutenção e instalações físicas

Avaliação das condições	Insumos	(%)	Equipamentos	(%)	Manutenção	(%)	Instalações físicas	(%)
Muito bom	23	44,2	10	19,2	13	25,0	4	7,7
Bom	20	38,5	19	36,5	25	48,1	14	26,9
Regular	5	9,6	15	28,8	11	21,2	19	36,5
Não se aplica	4	7,7	1	1,9	1	1,9	1	1,9

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

O bom desempenho das condições dos equipamentos pode estar relacionado à recente modernização dos laboratórios. Nos últimos cinco anos, 84,6% dos laboratórios passaram por um processo de modernização e apenas 5,8% sinalizaram ainda não ter passado por isso, conforme se nota na tabela 21.

TABELA 21

Número de laboratórios segundo o período de modernização

Período de modernização	Número	(%)
Até 1 ano	19	36,5
Entre 1 e 5 anos	25	48,1
Entre 5 e 10 anos	1	1,9
Entre 10 e 15 anos	4	7,7
Não houve	3	5,8

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Os dados sobre a formação dos pesquisadores, a qualificação dos profissionais de apoio e a quantidade de ambos foram coletados por meio de uma pergunta em que os respondentes poderiam indicar o maior ou o menor grau de adequação destes quesitos. Quanto à avaliação dos pesquisadores internos, 75,0% dos respondentes informaram que o número deste recurso é inadequado ou pouco adequado, e a qualificação dividiu as percepções dos coordenadores dos laboratórios: dois grupos formados por exatos 47,9% dos coordenadores se dividiram entre adequado e inadequado ou pouco adequado.

Para o cenário atual de pesquisadores e atividades, mais de 60% dos coordenadores informaram que a quantidade e a qualificação dos profissionais de apoio técnico-administrativo são adequadas, conforme mostra a tabela 22. O dimensionamento, a capacitação e o incentivo adequados destes recursos são importantes elementos para garantir a operacionalização eficiente das infraestruturas. Por isso, um possível aumento do número de pesquisadores por infraestrutura deverá ser acompanhado por iniciativas para a manutenção ou a melhoria destes indicadores. Adicionalmente, uma vez que se percebe uma significativa satisfação com a qualificação dos profissionais de apoio, as possíveis dificuldades de gestão citadas anteriormente poderão estar relacionadas a fatores institucionais, legais, burocráticos ou ainda ao desestímulo destes funcionários. Os resultados sobre os pesquisadores internos e a equipe de técnicos e administradores da amostra são semelhantes aos encontrados por De Negri e Squeff (2014) no cenário nacional.

TABELA 22

Percepção dos coordenadores quanto ao número, à formação dos pesquisadores e à qualificação dos profissionais de apoio

Quesito da avaliação	Adequado (%)	Pouco adequado (%)	Inadequado (%)	Não se aplica (%)
Número de pesquisadores	22,9	35,4	39,6	2,1
Qualificação dos pesquisadores	47,9	22,9	25,0	4,2
Número de profissionais de apoio técnico	62,5	18,7	4,2	14,6
Qualificação dos profissionais	70,8	2,1	2,1	25,0

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

Por fim, os coordenadores realizaram uma avaliação geral da capacidade técnica das respectivas infraestruturas por meio de uma comparação com seus pares nacionais e internacionais. Neste quesito, 65,4% dos respondentes indicaram que as respectivas infraestruturas apresentam capacidade técnica adequada e compatível com a observada em outras do gênero no Brasil (34,6% dos respondentes); avançada em relação às demais do país, mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior (13,5%); ou avançada e compatível com a

observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior (17,3%). Apesar da modernização recente de 84,6% dos laboratórios nos últimos cinco anos (tabela 21), outros 32,7% dos respondentes informaram que a capacidade técnica dos laboratórios que representam está aquém da observada em outras instituições brasileiras, conforme destacado na tabela 23.

TABELA 23

Capacidade técnica das infraestruturas segundo comparações nacionais e internacionais

Avaliação da capacidade técnica	Número de infraestruturas	(%)
Avançada e compatível com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior	9	17,3
Avançada em relação aos padrões brasileiros, mas ainda distante da observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior	7	13,5
Adequada e compatível com a observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil	18	34,6
Insuficiente em relação à observada em outras infraestruturas do gênero no Brasil	17	32,7
Não sabem	1	1,9

Fonte: CNPq/MCTI/Ipea.

A partir dos dados apresentados na tabela 23, percebe-se uma maior proporção de laboratórios considerados pelos respondentes como insuficientes em relação ao observado em outras infraestruturas do gênero no Brasil (32,7%) e ao encontrado por De Negri e Squeff (2014) para o cenário nacional (21%). Mas a proporção de infraestruturas da amostra reconhecidas pelos respondentes como avançadas em relação aos padrões brasileiros e compatíveis com a observada nas melhores infraestruturas do gênero no exterior é superior na mesma comparação (13%).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção civil contribui com as atividades econômicas e sociais por meio da disponibilização de ativos – como a construção de edifícios e obras de infraestrutura – e de serviços diversos. Apesar da sua amplitude e diversidade, as pesquisas no setor se concentram nas construções de edifícios, mas apenas naquelas que beneficiam indiretamente as demais atividades. Nas últimas duas décadas, diversos autores vêm destacando o papel da inovação nos processos construtivos como um importante fator impulsionador para mudanças no setor, dado sua classificação como indústria de protótipos (Amorim, 1996; Seaden e Manseau, 2001; Bygballe e Ingemansson, 2011).

Em outros países, percebe-se uma articulação do setor que envolve o acompanhamento do desempenho setorial, a maior sinergia e alinhamento entre atores, a integração dos demandantes e a transparência do processo inovativo. No Brasil,

diversas instituições formam um complexo Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico, Tecnológico e de Inovação. Especificamente na indústria da construção, este segmento tem se mobilizado com estudos e iniciativas relevantes, sendo possível identificar atores integrados aos estudos desenvolvidos em outros países. A partir destes, percebe-se a carência de uma política pública que defina uma estratégia mais ampla de CT&I e traga um maior alinhamento entre o ambiente acadêmico, o empresarial e o governamental.

Assim, o ambiente adequado para a inovação – no tocante à indústria da construção – envolveria instituições e políticas alinhadas com objetivos em comum, a estrutura governamental, o tipo de sistema nacional de inovação e uma maior representação da indústria, esta com significativa importância para impulsionar o desenvolvimento do setor. Países da Oceania e Europa – destacadamente o Reino Unido –, por exemplo, vêm desenvolvendo reconhecidas iniciativas nesse sentido para o desenvolvimento do setor. Além destes elementos, as infraestruturas para pesquisa possuem uma participação fundamental para o desenvolvimento econômico e a industrialização, tendo em vista o importante papel que fazem nos países desenvolvidos para viabilizar a interação entre ciência e tecnologia.

Por isso, o MCTI, o CNPq e o Ipea firmaram uma parceria para realizar um estudo sobre as características e a situação atual das infraestruturas de pesquisa no Brasil em diversas áreas. Este estudo contou com a aplicação de um questionário aos coordenadores de cada laboratório, de forma a levantar informações sobre as características físicas e operacionais. A partir do envio destas informações para o CNPq, foram identificadas preliminarmente 23 instituições e 52 infraestruturas de pesquisa relacionadas à indústria da construção.

A pesquisa permitiu conhecer as características gerais das instalações físicas, dos equipamentos, dos recursos internos, as atividades desenvolvidas e a situação atual dos laboratórios, bem como realizar comparações no âmbito nacional. Destacaram:

- as grandes proporções de infraestruturas de pesquisa públicas, ao contrário do observado na literatura, implantadas a partir da década de 1990;
- a maior proporção de laboratórios de maior porte (relativamente à área disponível e aos valores das instalações físicas, dos equipamentos e de receitas);
- o acesso das entidades de financiamento aos laboratórios de médio e pequeno porte;
- as condições satisfatórias dos insumos, equipamentos e manutenção – avaliadas como boas e muito boas – regulares das instalações físicas; e
- a maior importância atribuída às cooperações de âmbito nacional.

Os dados coletados contribuíram também para avaliar – mesmo que preliminarmente – a interação das infraestruturas de pesquisa com o setor, aspecto importante para o desenvolvimento segundo a literatura. A presença de diversos fatores – como laboratórios multiusuários (cerca de 80%), de financiamentos de grande porte (acima de R\$ 2 milhões), de empresas e dos governos como principais demandantes de serviços técnicos, de uma diversificada fonte de financiamento e de parcerias de cooperação – sinalizam haver uma proximidade das empresas e de outras instituições com os laboratórios. Destaca-se que estes aspectos estão relacionados às infraestruturas e não podem ser atribuídos diretamente às pesquisas desenvolvidas para o setor.

Entretanto, a predominância das atividades contínuas de pesquisa e de ensino em relação ao desenvolvimento de tecnologias, a média de pesquisadores de empresas por laboratório (5,6%) inferior à nacional (6,3%) e a maior preferência pelos ensaios e testes, consultoria e assessoria técnico-científicas e análise de materiais – em lugar do desenvolvimento e aperfeiçoamento de produtos e processos – indicam, em tese, uma fragilidade no elo entre a academia e a indústria e construção. No setor de energia, por exemplo, a Petrobras reconhece a importância de envolver os recursos de engenharia de base nas atividades de P&D para que os projetos incorporem e aprimorem as tecnologias desenvolvidas.

Outros dois fatores que podem estar relacionados à dificuldade de desenvolvimento do setor dizem respeito à capacidade técnica dos laboratórios e ao número e à disponibilidade dos pesquisadores internos. Apesar de as infraestruturas mostradas acompanharem o processo de modernização nos últimos cinco anos de outros segmentos – avaliados na parceria entre o MCTI, o CNPq e o Ipea –, uma maior proporção de respondentes dos laboratórios envolvidos com pesquisas para a indústria da construção avaliaram as respectivas capacidades técnicas como mais insuficientes, em relação às observadas em outras infraestruturas do mesmo gênero, no Brasil (32,7%) que no cenário nacional (21%). Além disso, o reconhecido número insuficiente de pesquisadores e, entre os contabilizados, a predominância de servidores públicos (54,5%) – que potencialmente também desempenham a regência de classes e atividades administrativas –, consequentemente compartilham o tempo disponível com as pesquisas e contribuem para um menor dinamismo e dedicação às infraestruturas de pesquisa. Neste caso, constatou-se uma proporção menor de pesquisadores internos da amostra que dedicam vinte horas semanais ou mais às infraestruturas (49,0%) em relação ao observado para o cenário nacional (60,1%).

Oportunamente, cabe resgatar algumas considerações presentes na literatura. Existe uma necessidade de maior organização das intervenções públicas e de envolvimento das empresas dominantes deste mercado – as de pequeno e as de médio porte.

A ausência de um alinhamento das iniciativas nos ambientes acadêmico, empresarial e governamental e de uma política pública ampla de CT&I neste sentido dificultam o desenvolvimento do setor. Corroborando com estas considerações, este trabalho sinaliza uma dificuldade de interação das infraestruturas brasileiras para pesquisas relacionadas à indústria da construção com o mercado, associada aos baixos números e à dedicação dos pesquisadores internos às infraestruturas. Cenário este que contribui para que a inovação na indústria da construção continue sendo incorporada por meio da importação de tecnologia desenvolvida pelos fornecedores multinacionais de materiais.

Por fim, as iniciativas e os trabalhos futuros podem ser orientados para contribuir com o preenchimento de possíveis lacunas nos pré-requisitos para desenvolver uma política de inovação para a indústria da construção, a saber: *i*) o entendimento dos desafios para o setor, estabelecendo indicadores para o acompanhamento do desempenho e do equilíbrio entre os objetivos de curto e longo horizonte, públicos e privados; *ii*) os potenciais locais e instituições para o desenvolvimento tecnológico; e *iii*) o consenso e a maior objetividade das políticas públicas com a indústria, buscando o envolvimento dos atores privados, públicos e também da sociedade.

REFERÊNCIAS

- ABRAMAT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO; FGV – FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos**. Rio de Janeiro: Abrammat; FGV, 2013.
- AMORIM, S. L. Inovações tecnológicas nas edificações: papéis diferenciados para construtores e fornecedores. **Gestão e Produção**, v. 3, n. 3, p. 262-274, dez. 1996.
- ANPROTEC – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ENTIDADES PROMOTORAS DE EMPREENDIMENTOS INOVADORES. **Portfolio dos parques tecnológicos no Brasil** – relatório completo. Brasília: Anprotec, dez. 2008.
- BEIIC – BUILT ENVIRONMENT INDUSTRY INNOVATION COUNCIL. **Final report to the Government**. Australia: BEIIC, Dec. 2012.
- BERRY, R. **Building and construction productivity research stocktake**. Building and Construction Productivity Partnership Research Work-Stream, 2011.
- BLUMENSCHHEIN, R. N. **A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção**. 2004. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2004.
- BYGBALLE, L. E.; INGEMANSSON, M. Public policy and industry views on innovation in construction. **The IMP Journal**, v. 5, n. 3, p. 157-171, 2011.

CARDOSO, F. F. *et al.* Public policy instruments to encourage construction innovation: overview of the Brazilian case. *In*: MANSEAU, A.; SEADEN, G. (Eds.). **Innovation in construction**: an international review of public policies. London: Routledge, 2001.

CARDOSO, F. F. **Ciência, tecnologia e inovação e a indústria da construção civil**: elementos para a formulação de uma política para o setor. Porto Alegre: Antac; São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2011.

CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Projeto inovação tecnológica** – 1ª fase. Brasília: CBIC, [s.d.].

CE – CONSTRUCTING EXCELLENCE. **Constructing Excellence in 2012-13**. London: CE, 2013.

CEU – COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION. **BRUSSELS EUROPEAN COUNCIL** – PRESIDENCY CONCLUSIONS. Brussels: Council of the European Union, 20-21 Mar. 2003.

CUNNINGHAM, P. **International building and construction industry productivity reform programmes**: Building Research Association New Zealand (Branz) and Constructing Excellence in New Zealand (Cenz). Wellington: Constructing Excellence (NZ), ago. 2010.

DAGNINO, R. A relação universidade-empresa no Brasil e o “argumento da hélice tripla”. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 2, n. 2, p. 267-307, jul./dez. 2009.

DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. **Infraestrutura científica e tecnológica no Brasil**: análises preliminares. Brasília: Ipea, jun. 2014. (Nota Técnica, n. 21).

DIEESE – DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **Estudo setorial da construção 2012**: estudos e pesquisas, n. 65, São Paulo, Dieese, maio 2013.

ECTP – EUROPEAN CONSTRUCTION TECHNOLOGY PLATFORM. **Position paper on European RDI policies and the next framework programme**. European continent: ECTP, 2011. (ECTP Position paper).

EDLER, J.; GEORGHIOU, L. Public procurement and innovation – resurrecting the demand side. **Research Policy**, v. 36, n. 7, p. 949-963, 2007.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional** – Ano-base 2012. Rio de Janeiro: EPE, 2013.

FAIRCLOUGH, J. **Rethinking construction innovation and research**: a review of the government’s R&D policies and practices. London: Department of Trade and Industry, 2002.

FAIRWEATHER, J. R. Can building and construction sector innovation be improved? A review of innovation centres and their implications for New Zealand. **Agribusiness and Economics Research Unit**, 2010.

FORMOSO, C. T. (Coord.). **Plano estratégico para ciência, tecnologia e inovação na área de tecnologia do ambiente construído com ênfase na construção habitacional**. Porto Alegre: Antac, 2002.

FURTADO, B. A.; LIMA NETO, V. C.; KRAUSE, C. **Estimativas do déficit habitacional brasileiro (2007-2011) por municípios (2010)**. Brasília: Ipea, maio 2013.

GOIÂNIA recebe primeiro centro de parque tecnológico. **Portal Brasil**, 10 dez. 2013.

HAMPSON, K. D. *et al.* Investing for impact: constructing a better built environment. **Sustainable Built Environment National Research Centre**, 2013.

IDEA CONSULT. **Evaluation of the European technology platforms (ETPs)**. Brussels: Idea Consult, Aug. 2008. (Final Report).

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Evolução das despesas com habitação e transporte público nas pesquisas de orçamentos familiares (POFs): análise preliminar – 2002-2009**. Brasília: Ipea, dez. 2010. (Comunicados do Ipea, n. 69).

KRAATZ, J. A.; HAMPSON, K. **Leveraging R&D investment for the Australian built environment**: industry report. Brisbane: Sustainable Built Environment National Research Centre, Dez. 2012.

LATHAM, M. **Constructing the team**: final report: joint review of procurement and contractual arrangements in the United Kingdom construction industry. London: HMSO, 1994.

MEDEIROS, A. Crescer para inovar. **Revista Petrobras**, v. 16, n. 161, p. 18, 2010.

MILFORD, R. **National systems of innovation with reference to construction in developing countries**. *In*: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONSTRUCTION IN DEVELOPING COUNTRIES: BOTSWANA, 2., 2000.

PAULA, J. M. P. Riscos em obras públicas e o regime de contratação integrada. **Radar – Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, n. 26, p. 37-45, 2013.

PEREIRA, N. C. **Análise das condições político-institucionais para inovação tecnológica na construção civil**: adobe produzido com macrófitas aquáticas em Palmas-TO. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

ROVERE, R. LA; SHEHATA, L. Políticas de apoio a micro e pequenas empresas e desenvolvimento local: alguns pontos de reflexão. **Revista Redes**, v. 11, n. 3, p. 9-24, 2007.

SEADEN, G.; MANSEAU, A. Public policy and construction innovation. **Building Research & Information**, v. 29, n. 3, p. 182-196, maio 2001.

SHAPIRA, A.; ROSENFELD, Y. Achieving construction innovation through academia-industry cooperation – keys to success. **Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice**, v. 137, n. 4, p. 223-231, 2010.

SILVA, R. E. A. A. **Plataformas tecnológicas da construção**. 2008. Dissertação (Mestrado) –Universidade do Porto, Porto, 2008.

STEINER, J. E.; CASSIM, M. B.; ROBAZZI, A. C. **Parques tecnológicos: ambientes de inovação**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, 2008.

UNITED KINGDOM. Department for Business, Innovation & Skills. £150 million investment will help transform UK construction sector. **Gov.UK**, 2013.

WILDE, P. **Pisac** – Parque de Inovação e Sustentabilidade do Ambiente Construído. *In*: WORKSHOP SUSTENTABILIDADE DO AMBIENTE CONSTRUIDO. Brasília: CBIC, 2011.

ANEXO

TABELA A.1
Grandes áreas e subáreas associadas aos grupos de pesquisas cadastrados no CNPq

Área/subárea	-
Administração	-
Administração de empresas	-
Administração de setores específicos	-
Administração pública	-
Ciências contábeis	-
(Vazio)	-
Agronomia	-
Antropologia	-
Arqueologia	-
Arquitetura e urbanismo	Selecionada
Fundamentos de arquitetura e urbanismo	-
Paisagismo	-
Projeto de arquitetura e urbanismo	Selecionada
Tecnologia de arquitetura e urbanismo	Selecionada
(Vazio)	Selecionada
Artes	-
Astronomia	-
Biofísica	-
Biologia geral	-
Bioquímica	-
Botânica	-
Ciência da computação	-
Matemática da computação	-
Metodologia e técnicas da computação	-
Sistemas de computação	-
Teoria da computação	-
(Vazio)	-
Ciência da informação	-
Arquivologia	-
Biblioteconomia	-
Teoria da informação	-
(Vazio)	-
Ciência e tecnologia de alimentos	-

(Continua)

(Continuação)

Ciência política	-
Comunicação	-
Demografia	-
Desenho industrial	-
Direito	-
Ecologia	-
Economia	-
Economia doméstica	-
Educação	-
Educação física	-
Enfermagem	-
Engenharia aeroespacial	-
Engenharia agrícola	-
Engenharia biomédica	-
Engenharia civil	Selecionada
Construção civil	Selecionada
Engenharia hidráulica	Selecionada
Estruturas	Selecionada
Geotécnica	Selecionada
Infraestrutura de transportes	Selecionada
(Vazio)	Selecionada
Engenharia de materiais e metalúrgica	Selecionada
Instalações e equipamentos metalúrgicos	-
Materiais não metálicos	Selecionada
Metalurgia de transformação	-
Metalurgia extrativa	-
Metalurgia física	-
(Vazio)	Selecionada
Engenharia de minas	-
Lavra	-
Pesquisa mineral	-
Tratamento de minérios	-
(Vazio)	-
Engenharia de produção	Selecionada
Engenharia do produto	Selecionada
Engenharia econômica	-
Gerência de produção	Selecionada
Pesquisa operacional	-
(Vazio)	Selecionada

(Continua)

(Continuação)

Engenharia de transportes	-
Engenharia elétrica	Selecionada
Circuitos elétricos, magnéticos e eletrônicos	Selecionada
Eletrônica industrial, sistemas e controles eletrônicos	
Materiais elétricos	Selecionada
Medidas elétricas, magnéticas e eletrônicas; instrumentação	
Sistemas elétricos de potência	-
Telecomunicações	-
(Vazio)	Selecionada
Engenharia mecânica	Selecionada
Engenharia térmica	-
Fenômenos de transporte	Selecionada
Mecânica dos sólidos	Selecionada
Processos de fabricação	-
Projetos de máquinas	-
(Vazio)	Selecionada
Engenharia naval e oceânica	-
Engenharia nuclear	-
Engenharia química	Selecionada
Operações industriais e equipamentos para engenharia química	
Processos industriais de engenharia química	
Tecnologia química	Selecionada
(Vazio)	Selecionada
Engenharia sanitária	Selecionada
Recursos hídricos	-
Saneamento ambiental	Selecionada
Saneamento básico	-
Tratamento de águas de abastecimento e residuárias	
(Vazio)	Selecionada
Farmácia	-
Farmacologia	-
Filosofia	-
Física	-
Fisiologia	-
Fisioterapia e terapia ocupacional	-
Fonoaudiologia	-
Genética	-
Geociências	Selecionada
Geodésia	-

(Continua)

(Continuação)

Geofísica	-
Geografia física	-
Geologia	Selecionada
Meteorologia	-
(Vazio)	Selecionada
Geografia	-
História	-
Imunologia	-
Letras	-
Linguística	-
Matemática	-
Medicina	-
Medicina veterinária	-
Microbiologia	-
Morfologia	-
Museologia	-
Nutrição	-
Oceanografia	-
Odontologia	-
Parasitologia	-
Planejamento urbano e regional	-
Probabilidade e estatística	-
Psicologia	-
Química	Selecionada
Físico-química	Selecionada
Química analítica	-
Química inorgânica	-
Química orgânica	-
(Vazio)	Selecionada
Recursos florestais e engenharia florestal	Selecionada
Conservação da natureza	-
Energia de biomassa florestal	-
Manejo florestal	Selecionada
Silvicultura	-
Técnicas e operações florestais	-
Tecnologia e utilização de produtos florestais	Selecionada
(Vazio)	Selecionada
Recursos pesqueiros e engenharia de pesca	-
Saúde coletiva	-

(Continua)

(Continuação)

Serviço social	-
Sociologia	-
Teologia	-
Turismo	-
Zoologia	-
Zootecnia	-
(Vazio)	-
(Vazio)	-

Elaboração do autor.

TABELA A.2

Áreas de conhecimento associadas aos grupos de pesquisas cadastrados no CNPq

Administração	Selecionada
Agronomia	-
Antropologia	-
Arqueologia	-
Arquitetura e urbanismo	Selecionada
Artes	-
Astronomia	-
Biofísica	-
Biologia geral	-
Bioquímica	-
Botânica	-
Ciência da computação	Selecionada
Ciência da informação	Selecionada
Ciência e tecnologia de alimentos	-
Ciência política	-
Comunicação	-
Demografia	-
Desenho industrial	-
Direito	-
Ecologia	-
Economia	-
Economia doméstica	-
Educação	-
Educação física	-

(Continua)

(Continuação)

Enfermagem	-
Engenharia aeroespacial	-
Engenharia agrícola	-
Engenharia biomédica	-
Engenharia civil	Selecionada
Engenharia de materiais e metalúrgica	Selecionada
Engenharia de minas	Selecionada
Engenharia de produção	Selecionada
Engenharia de transportes	-
Engenharia elétrica	Selecionada
Engenharia mecânica	Selecionada
Engenharia naval e oceânica	-
Engenharia nuclear	-
Engenharia química	Selecionada
Engenharia sanitária	Selecionada
Farmácia	-
Farmacologia	-
Filosofia	-
Física	-
Fisiologia	-
Fisioterapia e terapia ocupacional	-
Fonoaudiologia	-
Genética	-
Geociências	Selecionada
Geografia	-
História	-
Imunologia	-
Letras	-
Linguística	-
Matemática	-
Medicina	-
Medicina veterinária	-
Microbiologia	-
Morfologia	-
Museologia	-

(Continua)

(Continuação)

Nutrição	-
Oceanografia	-
Odontologia	-
Parasitologia	-
Planejamento urbano e regional	-
Probabilidade e estatística	-
Psicologia	-
Qualidim	-
Química	Selecionada
Recursos florestais e engenharia florestal	Selecionada
Recursos pesqueiros e engenharia de pesca	-
Saúde coletiva	-
Serviço social	-
Sociologia	-
Teologia	-
Turismo	-
Zoologia	-
Zootecnia	-

Elaboração do autor.