

Projeto 7 - Ciência e Tecnologia para a Inovação na Construção

Projeto Inovação Tecnológica na Construção (PIT)

**Ciência, Tecnologia e Inovação e a Indústria da Construção Civil:
elementos para a formulação de uma política para o setor**

**Coordenação: Francisco Ferreira Cardoso
Universidade de São Paulo - Escola Politécnica
Antac - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**



Sumário Executivo

Este documento tem o objetivo de caracterizar a indústria da construção e a sua importância para o desenvolvimento econômico e socioambiental do Brasil. O documento também pretende caracterizar a infraestrutura para produção de ciência e tecnologia e inovação, relacionadas à indústria da construção e à integração entre academia e setor produtivo, além de apontar os principais centros de pós-graduação da área do ambiente construído no País, com suas linhas de pesquisa. O documento, também, para um conjunto definido de linhas de pesquisa, busca identificar os centros de pesquisa da área temática (de excelência e emergentes), os temas pesquisados em cada um e as perspectivas e os desafios para as linhas nos próximos cinco anos.

Por fim, o documento apresenta o conjunto de desafios a serem enfrentados pela indústria da construção para um horizonte de dez anos, assim como gargalos que necessitam ser superados para que os desafios sejam enfrentados e mostra, ainda, a necessidade de se estabelecer uma política de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) para a área de Tecnologia do Ambiente Construído, além de discutir a criação de um Fundo Setorial.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Propostas são apresentadas ao seu final, de forma a se alinhar com os objetivos do Projeto Inovação Tecnológica na Construção (PIT), conduzido sob a liderança da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC).

Os empreendimentos de construção envolvem construtoras, fabricantes de materiais de construção, fabricantes de ferramentas e equipamentos, agentes financeiros, empresas e profissionais de serviços técnicos, entre outros. O principal elo entre esses agentes é estabelecido pelas empresas construtoras, os principais produtores de bens finais, que responderam, em 2009, por 61,2% do Produto Interno Bruto (PIB) ou valor agregado da indústria da construção.

Atividade

A atividade construção é dividida em construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços especializados para construção. A demanda depende do Estado como contratante de obras públicas, 40% do montante de obras contratadas no País, ou como financiador de empreendimentos habitacionais. Na divisão construção de edifícios destaque para as obras residenciais.

A indústria da construção reúne cadeias produtivas, com participação de cerca de cem setores e subsetores industriais. O IBGE utiliza a classificação para as cadeias produtivas vinculadas à indústria da construção: extração vegetal, indústria extrativa mineral, produtos minerais não metálicos, metalurgia, material elétrico e de comunicações, papel e papelão, borracha, química, produtos e matérias plásticas e têxteis.

A importância da indústria da construção para o desenvolvimento social, econômico e ambiental do País é justificada por uma série de indicadores: é responsável por um valor agregado de R\$ 224 bilhões, ou 8,3% do PIB do País; dá ocupação a mais de dez milhões de trabalhadores, dos quais mais de 6,9 milhões na atividade central de construção civil; e os edifícios consomem entre 30% e 40% da energia primária mundial e a construção é o setor que mais consome recursos, entre outros.

O País tem capacidade em termos de infraestrutura de ciência e tecnologia na área de Tecnologia do Ambiente Construído. Nos estados, as fundações de amparo à pesquisa financiam projetos com temas na área de Tecnologia do Ambiente Construído. Os temas são definidos pelos pesquisadores e suas instituições. O Relatório Executivo do PIT, conduzido sob a liderança da CBIC, aponta que o documento imputa esse distanciamento ao meio acadêmico e a agentes de produção.

Desenvolvimento

O estudo propõe projetos de desenvolvimento necessários à promoção da inovação na indústria da construção no País, dentre os quais o Projeto 7 - Ciência e Tecnologia para a Inovação na Construção, cuja coordenação ficou a cargo da Antac, e que tem por objetivos a consolidação do *roadmap* de necessidades das empresas; a realização de

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

workshop para conhecimento mútuo; e um canal de comunicação, acompanhamento e difusão das pesquisas.

O presente documento foi escrito para dar suporte ao projeto.

Como apontado pelo Relatório Final Executivo do PIT, é preciso difundir melhor a produção acadêmica. As principais linhas de pesquisa nos 41 centros analisados são desenvolvimento sustentável, qualidade do projeto, desempenho e avaliação pós-ocupação, conforto ambiental e eficiência energética, gestão e economia da construção, engenharia urbana e gestão habitacional, sistemas e processos construtivos, materiais de construção, patologia e durabilidade das construções, inovação tecnológica, reaproveitamento de resíduos na construção, tecnologia da Informação e Comunicação e tecnologia de sistemas prediais.

Os desafios e gargalos identificados neste documento estão alinhados com o Mapa Estratégico da Indústria, elaborado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI). As propostas foram divididas em quatro itens: impacto social, modernização industrial, ambiente de inovação e impacto ambiental.

As principais ideias trazidas pelo documento são:

- A indústria da construção envolve um amplo espectro de agentes, estando as empresas construtoras e os empreendedores públicos e privados, contratantes que investem seu capital na produção, no seu centro.
- O país possui boa capacidade instalada em termos de infraestrutura de ciência e tecnologia na área de Tecnologia do Ambiente Construído.
- Os investimentos federais em pesquisa cresceram nos últimos dois anos, com foco na área social, e redes de pesquisa foram constituídas.
- Relatório Final Executivo do Projeto Inovação Tecnológica, conduzido sob a liderança da CBIC, aponta para um distanciamento entre o meio acadêmico e os agentes de produção. Propõe iniciativa que consolide as necessidades das empresas, aproxime as partes e estabeleça canal de comunicação.
- Levantamento dos programas de pós-graduação da área do ambiente construído, em engenharia civil e em tecnologia da arquitetura e áreas correlatas, mostra a diversidade de centros e razoável distribuição pelo país e aponta que os temas tratam de problemas concretos e são de interesse.
- Análise mais detalhada sobre linhas de pesquisa mostra que uma estratégia de condução das pesquisas em cada uma, apoiada por grupo de trabalho específico abrigado por uma entidade de pesquisadores como a Antac, pode colaborar para a eficiência da aplicação dos recursos em pesquisa.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

As propostas do Projeto 7 - Ciência e Tecnologia para a Inovação na Construção do PIT precisam ter continuidade no que se refere a estabelecimento, por parte dos agentes do setor privado e suas empresas, de suas necessidades e prioridades em termos de C,T&I; maior aproximação entre os centros de pesquisa e os agentes do setor privado e suas empresas, com queda dos preconceitos ainda existentes; e criação de mecanismos de comunicação e difusão.

Inovação

Este documento comprova que a indústria da construção e a área de Tecnologia do Ambiente Construído são fundamentais ao desenvolvimento econômico do País, ao bem-estar da sua população e à sustentabilidade ambiental. A inovação tecnológica é essencial para o atendimento desses objetivos. Embora muitas iniciativas venham sendo conduzidas em C,T&I na área, por agentes públicos e privados, nos ambientes acadêmico, empresarial e governamental não há alinhamento dessas iniciativas.

Visando estabelecer prioridades para as ações de fomento a C,T&I, propõe-se uma ação para definir uma política setorial que seja expressa por programas de fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico e à formulação de projetos de C,T&I; temas prioritários para C,T&I na área, em um horizonte de tempo de 10 a 15 anos; e diretrizes de apoio à tomada de decisão quanto a investimentos em inovação por parte das empresas e entidades do setor.

Essa iniciativa poderá, eventualmente, levar à criação de fundo setorial específico. Ela deve envolver, obrigatoriamente, academia, poder público e agentes privados, com o comprometimento de todos.

Ciência, Tecnologia e Inovação e a Indústria da Construção Civil: elementos para a formulação de uma política para o setor

**Coordenação: Francisco Ferreira Cardoso
Universidade de São Paulo - Escola Politécnica
Antac - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**

1. Apresentação

O presente documento tem como objetivo:

- Caracterizar a indústria da construção e a sua importância para o desenvolvimento econômico e socioambiental do Brasil.
- Caracterizar a infraestrutura existente para produção de ciência e tecnologia e inovação, relacionadas à indústria da construção e à integração entre academia e setor produtivo.
- Apontar os principais centros de pós-graduação da área do ambiente construído no país, com suas principais linhas de pesquisa.
- Para um conjunto definido de linhas de pesquisa, identificar os principais centros de pesquisa da área temática (de excelência e emergentes), os temas pesquisados em cada um e as perspectivas e os principais desafios para as linhas nos próximos cinco anos.
- Apresentar conjunto de desafios a serem enfrentados pela indústria da construção para um horizonte de 10 anos, assim como diversos gargalos que necessitam ser superados para que os referidos desafios sejam enfrentados.
- Mostrar a necessidade de se estabelecer uma política de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) para a área de Tecnologia do Ambiente Construído e discutir a oportunidade de criação de um Fundo Setorial.

As informações sobre os dois primeiros itens foram obtidas em uma série de documentos que apresentam dados e projeções para a indústria da construção e compiladas por conjunto de pesquisadores da área de Tecnologia do Ambiente Construído. Elas têm o objetivo de contribuir para a estruturação de programas de fomento à ciência, tecnologia e inovação, relacionadas à construção.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

As informações sobre o terceiro item foram obtidas na internet, nos *sites* dos programas de pós-graduação relacionados (pesquisa feita em maio de 2010).

As informações do quarto item foram fornecidas pelos coordenadores dos grupos de trabalho temáticos *ad hoc* da Antac – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

O conteúdo do quinto item foi proposto por um conjunto de professores e pesquisadores seniores da área de Tecnologia do Ambiente Construído, tendo como ponto de partida plano estratégico para ciência, tecnologia e inovação na área de Tecnologia do Ambiente Construído preparado, em 2002, conjuntamente pela Antac, Finep – Financiadora de Estudos e Projetos e pelo MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (ANTAC, 2002).

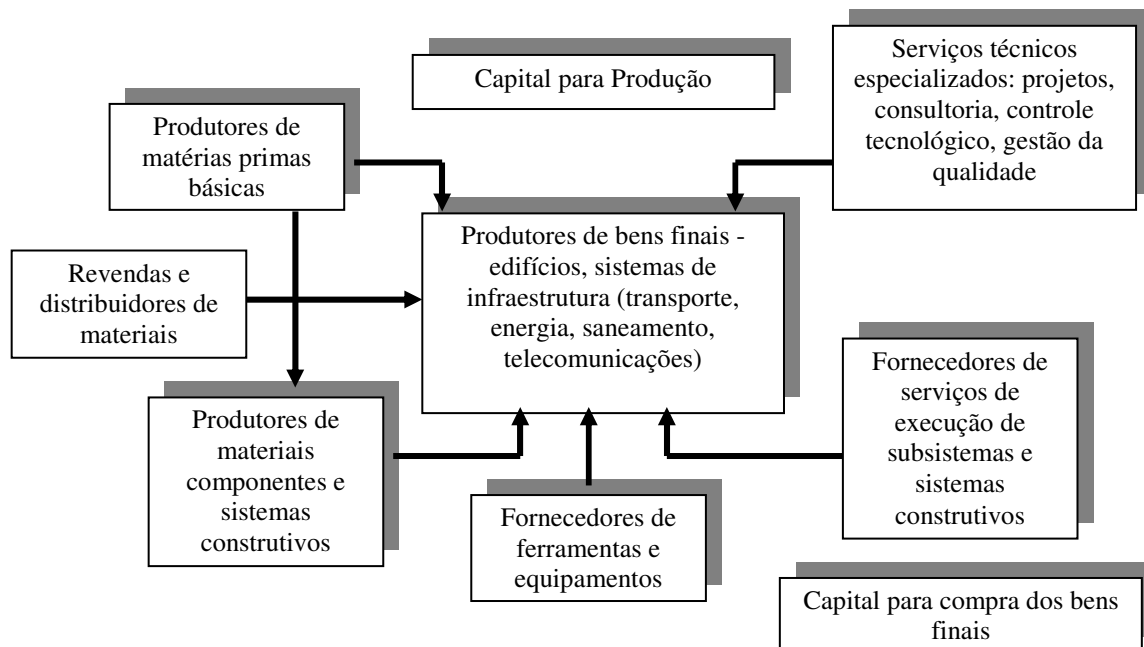
Propostas são apresentadas ao seu final, de forma a se alinhar com os objetivos do Projeto Inovação Tecnológica na Construção - PIT, conduzido sob a liderança da CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção.

Os nomes dos professores e pesquisadores envolvidos na produção do documento são citados ao final do documento.

2. Mapeamento da indústria da construção

A realização de empreendimentos de construção envolve um amplo espectro de agentes, incluindo empresas construtoras, fabricantes de materiais de construção, fabricantes de ferramentas e equipamentos, agentes financeiros, empresas e profissionais de serviços técnicos especializados, entre outros, conforme esquematizado na figura 1.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL



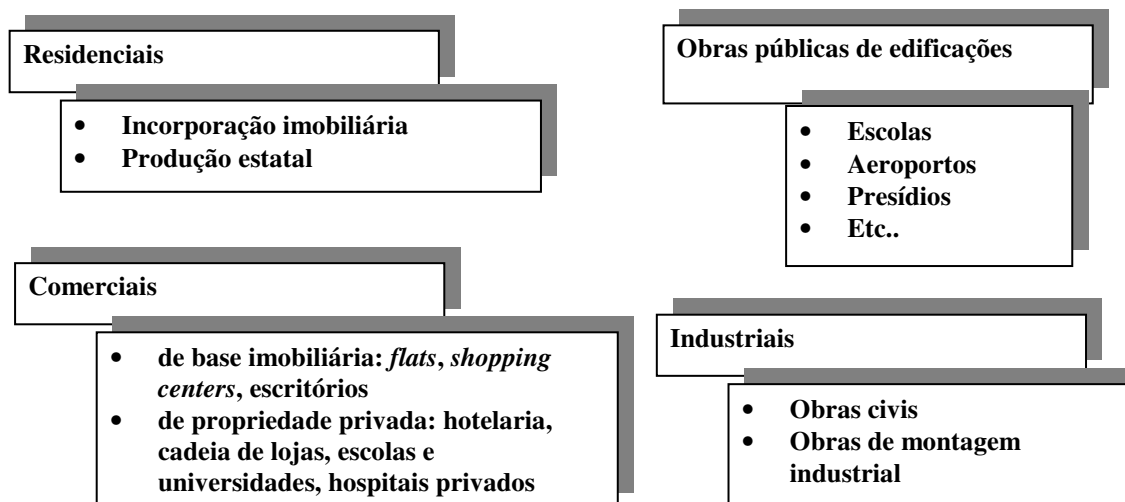
Fonte: NGI & NORIE – UFRGS (2006)

Figura 1 – Agentes envolvidos na indústria da construção.

O principal elo entre esses agentes é estabelecido pelas empresas construtoras, os principais produtores de bens finais, que responderam, em 2009, por 61,2% do PIB – Produto Interno Bruto ou valor agregado da indústria da construção (ABRAMAT; FGV, 2010).

A Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE subdivide a atividade construção em três divisões: construção de edifícios em geral, obras de infraestrutura e serviços especializados para construção. As figuras 2 e 3 apresentam as principais tipologias das obras produzidas pelas duas principais.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL



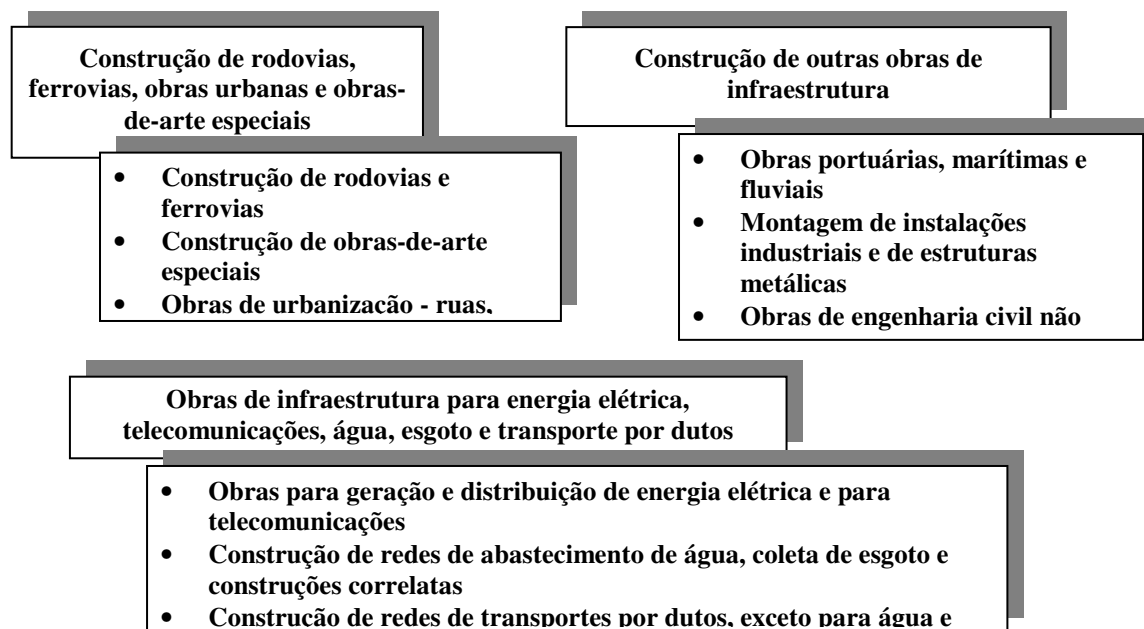
Fonte: NGI & NORIE – UFRGS (2006)

Figura 2 – Principais tipologias de obras da divisão construção de edifícios em geral da indústria da construção.

Em ambas as divisões, a demanda depende fortemente do Estado como contratante de obras públicas, que corresponde a cerca de 40% do montante de obras contratadas no país (IBGE, 2006), ou como financiador de empreendimentos habitacionais.

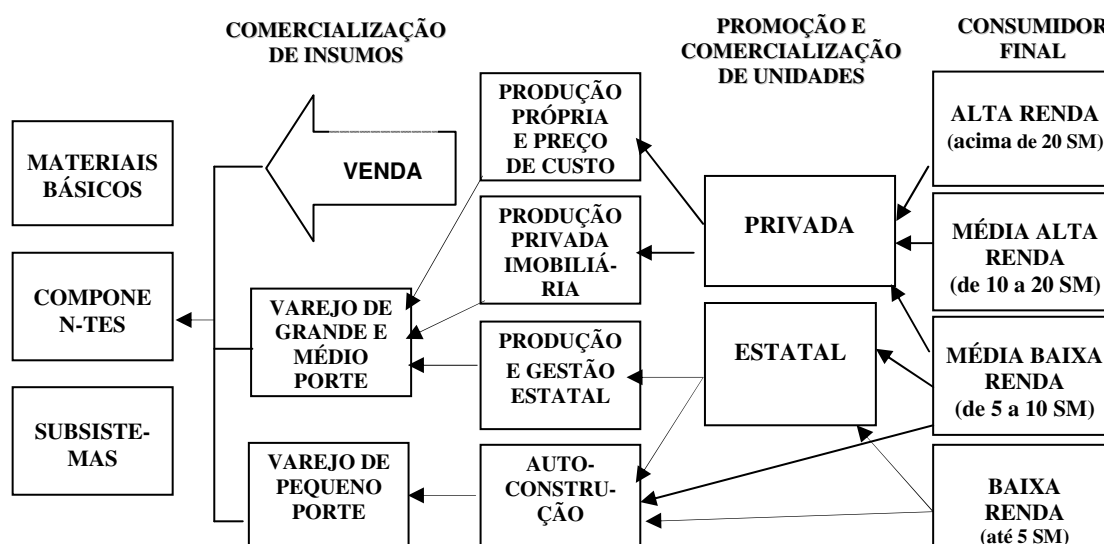
Na divisão construção de edifícios, merece destaque o segmento de obras residenciais, por representar uma parcela substancial da atividade de construção. A figura 4 apresenta esquematicamente uma caracterização dos diversos mercados existentes nesse segmento, estratificados conforme faixas de renda. Observa-se que uma parte da produção de habitação para baixa renda ocorre através de autoconstrução.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL



Fonte: Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE 2.0 (2006)

Figura 3 – Principais tipologias da divisão obras de infraestrutura da indústria da construção.



Fonte: EPUSP & MDIC (2003)

Figura 4: Formas de produção de edifícios residenciais (SM = salário mínimo).

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da construção reúne um amplo conjunto de cadeias produtivas, das quais participam cerca de 100 setores e subsetores industriais. Várias classificações são utilizadas para essas cadeias.

Por exemplo, o IBGE utiliza a seguinte classificação para as cadeias produtivas vinculadas à indústria da construção: (a) extração vegetal; (b) indústria extrativa mineral; (c) produtos minerais não metálicos; (d) metalurgia; (e) material elétrico e de comunicações; (f) papel e papelão; (g) borracha; (h) química; (i) produtos e matérias plásticas; e (j) têxtil.

Estudo da Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção - Abrammat, juntamente com a Fundação Getúlio Vargas - FGV, traça o perfil da cadeia produtiva da construção e da indústria de materiais e equipamentos analisando 10 cadeias de produção: aços longos; cimento; concreto e fibrocimento; lâmpadas e outros equipamentos de iluminação; material elétrico; material plástico; metais sanitários e válvulas; produtos cerâmicos; tintas e vernizes; vidro; e máquinas e equipamentos para construção (ABRAMAT; FGV, 2010).

3. Importância da indústria da construção

A indústria da construção cumpre um importante papel para o desenvolvimento social, econômico e ambiental do país. Essa importância é justificada por uma série de indicadores:

- É responsável por um valor agregado de R\$ 224 bilhões, ou 8,3% do PIB do país (2009) (ABRAMAT; FGV, 2010);
- Entre 2008 e 2009, o valor adicionado da cadeia produtiva (PIB setorial) da construção cresceu 4,5% em termos nominais. O PIB da construção civil, elemento central da cadeia produtiva, registrou um crescimento de 7,2%, ou 3,8 pontos percentuais acima da variação do INCC - Índice Nacional de Custo da Construção (ABRAMAT; FGV, 2010);
- Dá ocupação profissional a mais de 10 milhões de trabalhadores, dos quais mais de 6,9 milhões na atividade central de construção civil (2009). Foi responsável pela criação de 154 mil novos postos de trabalho com carteira assinada em empresas construtoras, em 2008 (ABRAMAT; FGV, 2010);
- Recolheu aos cofres públicos uma carga tributária de R\$ 45,9 bilhões, correspondentes a 20,5% do PIB, dos quais R\$ 27,6 bilhões oriundos atividade central de construção civil, em 2009 (ABRAMAT; FGV, 2010);
- Déficit habitacional e de infraestrutura: o *déficit* habitacional, em 2007, ultrapassava os 6,2 milhões de moradias, sendo concentrado nos centros urbanos (82,6%) e nas populações de baixa renda. Quase 10,5 milhões de moradias apresentam deficiência

10

nos serviços de infraestrutura, com destaque para a baixa cobertura de redes de esgoto (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2009);

- Impacto ambiental: os edifícios consomem entre 30 e 40% da energia primária mundial e a construção é o setor que mais consome recursos (UNEP, 2007).

4. Infraestrutura existente de Ciência e Tecnologia na área de Tecnologia do Ambiente Construído e integração entre academia e setor produtivo

O país possui uma boa capacidade instalada em termos de infraestrutura de Ciência e Tecnologia na área de Tecnologia do Ambiente Construído. Existe uma associação científica consolidada. A Antac - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído tem assento em fóruns setoriais como o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP-H) do Ministério das Cidades, programas de fomento a Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) da Finep-MCT, comitês de normalização da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, dentre outros. Essa associação promove diversos eventos, possui dois periódicos científicos e uma biblioteca virtual com cerca de 28.000 publicações para *download* (Infohab+10 - Centro de Referência e Informação em Habitação, juntamente com a USP, UFSC, Unochapecó, UFBA, UFF, UFRGS e UFSCar).

A comunidade acadêmica da área de construção caracteriza-se por ter uma forte interação com empresas da indústria da construção, incluindo empresas construtoras, órgãos promotores e financiadores de empreendimentos habitacionais e fabricantes de materiais, sindicatos e associações profissionais, muitos dos quais têm contribuído, embora de forma fragmentada, para o financiamento de estudos e pesquisas.

Uma busca no portal da inovação do MCT com a expressão “construção civil” aponta para a existência de 5.825 especialistas, sendo que 2.792 possuem doutorado (2008). Ao todo, há cerca de 50 programas de pós-graduação (mestrado e doutorado), distribuídos nas várias regiões do país, que atuam na área da construção civil.

Em que pese a capacidade instalada e a importância da construção, os investimentos em C,T&I dirigidos a essa indústria são relativamente modestos, quando comparados com outras atividades industriais. O único programa de financiamento à pesquisa, existente entre 1995 e 2009, o Programa de Tecnologia de Habitação (Habitare), coordenado pela Finep, investiu cerca de R\$ 21 milhões para pesquisas.

Esses recursos impulsionaram a produção do conhecimento, colaboram com a introdução de inovações e melhorias na indústria da construção. Foram financiados 116 projetos de instituições de ensino e pesquisa de todo o país. A publicação “Habitare: Resultados de Impacto 1995-2007” é uma mostra das contribuições alcançadas a partir dessas pesquisas (FINEP, 2008).

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Mais recentemente, em 2009 e 2010, dois editais foram abertos pela Finep para as áreas de saneamento ambiental e habitação, com foco na área social, ambos promovendo a criação de redes de instituições de pesquisa, e para os quais recursos significativos foram disponibilizados.

No edital de 2009, na área de habitação, três redes foram constituídas: “uso racional de água e eficiência energética em habitações de interesse social” (R\$ 3,5 milhões), “tecnologias da informação e comunicação aplicadas à construção de habitações de interesse social” (R\$ 2,5 milhões) e “desenvolvimento de métodos e metodologias para avaliação de desempenho de tecnologias inovadoras no âmbito do Sistema Nacional de Avaliação Técnica” (R\$ 4,4 milhões).

No edital de 2010, na área de habitação, três novas redes foram constituídas: “tecnologias para canteiro de obras sustentável de habitações de interesse social (HIS)” (R\$ 2,1 milhões), “desenvolvimento de tecnologias sociais para construção, recuperação, manutenção e uso sustentável de moradias, especialmente de interesse social, e para a redução de riscos ambientais” (R\$ 6,5 milhões) e “desenvolvimento de um sistema integrador (*software*) para projeto e execução de sistemas construtivos em alvenaria coordenada modularmente” (R\$ 2,8 milhões).

Infelizmente, dois outros temas constantes do edital não tiveram suas redes constituídas (“desenvolvimento de materiais e componentes ecoeficientes aplicados à construção habitacional” e “desenvolvimento de soluções tecnológicas para reabilitação de edifícios ociosos ou degradados, destinados ao uso habitacional no segmento de interesse social”).

As redes de ambos os editais estão em início de trabalho ou ainda sendo contratadas, não havendo assim resultados das pesquisas realizadas.

Não obstante esse esforço, a construção não é considerada uma das áreas estratégicas para ações de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, estabelecidas pelo Plano de Ação de Ciência Tecnologia e Inovação – PACTI 2007-2010 (MCT, 2010).

No âmbito dos estados, as fundações de amparo à pesquisa financiam, com volumes distintos de recursos, projetos com temas na área de Tecnologia do Ambiente Construído. No entanto, nesses casos não há qualquer elemento integrador ou uma estratégia definida que oriente tais investimentos na área, sendo os temas definidos pelos pesquisadores e suas instituições de pesquisa.

Algumas dessas fundações possuem ainda linhas de financiamento de pesquisa e inovação para empresas ou para estas quando associadas a instituições de pesquisa. Um exemplo são os Programas de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica - Programa de Apoio à Pesquisa em Parceria para Inovação Tecnológica (PITE) e Consórcios Setoriais para Inovação Tecnológica (ConSITec) –, da Fundação de Amparo à

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Pesquisa do Estado de São Paulo – Fapesp. No entanto, aqui também não há elemento integrador ou uma estratégia orientadora para a área de Tecnologia do Ambiente Construído.

O MDIC, juntamente com a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - ABDI, conduz o Projeto Agendas Tecnológicas Setoriais, por meio de quatro projetos:

- Materiais de construção avançados;
- Módulos industrializados e componentes leves de materiais cimentícios de alto desempenho;
- Ampliar e fortalecer a rede laboratorial (serviços tecnológicos) e aumentar sua capilaridade; e
- Estabelecer parâmetros e critérios de referência para a avaliação de sustentabilidade para edificações, incluindo a padronização da informação técnica de produto indicativas do desempenho ambiental.

Embora esses projetos estejam alinhados com proposta de política industrial para a construção civil - divisão construção de edifícios, que resultou de um processo de consulta às diferentes partes interessadas (FIESP, 2008), aqui também não há alinhamento com uma estratégia mais ampla de C,T&I para a área.

O IBGE (2005) realizou uma pesquisa com o objetivo de fornecer informações para a construção de indicadores nacionais e regionais das atividades de inovação tecnológica das empresas brasileiras com 10 ou mais pessoas ocupadas.

Teve como universo de investigação, além das atividades industriais, segmentos de alta intensidade tecnológica dos serviços - telecomunicações, informática e pesquisa e desenvolvimento. Os produtos usados na construção estão presentes em várias atividades analisadas. Entretanto, o documento não apresenta um recorte setorial da indústria da construção.

O relatório executivo do Projeto Inovação Tecnológica - PIT, conduzido sob a liderança da CBIC, aponta que:

“não se identifica nas pesquisas de universidades o desenvolvimento de novos conceitos de produtos que tenham integração com a produção de mercado. (...) As inovações organizacionais, ainda em baixa escala de implantação, contam com a participação de algumas instituições de pesquisa. (...) No entanto, o levantamento das pesquisas em desenvolvimento (...) tem uma baixa incidência de temas relacionados à inovação ou à transformação destes projetos de pesquisa em produtos e processos inovadores.” (CBIC; NGI, 2009, p.36)

O documento imputa esse distanciamento ao meio acadêmico e aos agentes de produção:

“O rompimento das barreiras de entendimento dos agentes de produção com o meio de pesquisa e desenvolvimento tecnológico é fundamental para que o investimento seja otimizado, mas sobretudo para que aquilo que efetivamente faz falta para a evolução do setor quanto à inovação entre na pauta do desenvolvimento tecnológico no âmbito das universidades e institutos.

O primeiro passo é o efetivo conhecimento mútuo e a quebra de preconceitos existentes, pois em ambos os lados existe conhecimento gerado, com características próprias de cada um é verdade, pois o conhecimento gerado pela experimentação prática é diferente do conhecimento científico gerado nos laboratórios e projetos de pesquisa, mas ambos têm valor para a evolução da construção civil.” (CBIC; NGI, 2009, p.37)

Como solução, o estudo propõe uma série de projetos de desenvolvimento necessários à promoção da inovação na indústria da construção no país, dentre os quais o Projeto 7. Ciência e Tecnologia para a Inovação na Construção, cuja coordenação ficou a cargo da Antac, e que tem por objetivos:

- 1) Consolidação do *roadmap* de necessidades das empresas.
- 2) Realização de *workshop* para conhecimento mútuo;
- 3) Estabelecimento de canal de comunicação, acompanhamento e difusão das pesquisas.

O presente documento foi escrito para dar suporte ao projeto.

5. Centros de pós-graduação da área de Tecnologia do Ambiente Construído e principais linhas de pesquisa

Como apontado pelo Relatório Final Executivo do PIT, é preciso melhor difundir a produção acadêmica. Para colaborar nesse esforço, o quadro 1 traz informações sobre os principais centros de pós-graduação da área do ambiente construído no país, com suas principais linhas de pesquisa, indicando o nível de formação (mestrado profissional – MP, mestrado – M ou mestrado e doutorado – D).

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Quadro 1: Informações sobre os principais centros de pós-graduação da área do ambiente construído no país, com seus níveis de formação (mestrado profissional – MP, mestrado – M ou mestrado e doutorado - D) e suas principais linhas de pesquisa (Fonte: Internet; março de 2010).

Instituição	Est.	Curso	Nível	Linhas
IPT	SP	Habitação: Planejamento e Tecnologia	MP	Linhas de pesquisa: Planejamento, Gestão e Projeto Tecnologia em Construção de Edifícios
UEFS	BA	Engenharia Civil e Ambiental	M	Área de concentração: Materiais e Estruturas Linha de pesquisa: Materiais e componentes da construção: convencionais e inovações
UEL	PR	Engenharia de Edificações e Saneamento	M	Linha de pesquisa: Sistemas construtivos e Desempenho de Edificações
UEM	PR	Engenharia Urbana	M	Área de concentração: Infraestrutura e Sistemas Urbanos Linha de pesquisa: Infraestrutura e Sistemas Urbanos
UFAM	AM	Engenharia Civil	M	Área de concentração: Materiais e componentes de construção
UFBA	BA	Engenharia Ambiental Urbana	M	Área de concentração: Tecnologia e gestão da construção
UFC	CE	Estruturas e Construção Civil	M	Área de concentração: Construção Civil Linhas de pesquisa: Gerenciamento de Empresas e Empreendimentos Habitação de Interesse Social
UFES	ES	Engenharia Civil	M	Linhas de pesquisa: Concretos e argamassas Durabilidade do concreto Gestão da Construção Civil e do ambiente construído Materiais e processos construtivos Reciclagem e uso como materiais de construção
UFF	RJ	Engenharia Civil	D	Área de concentração: Tecnologia da construção
UFF	RJ	Arquitetura e Urbanismo	M	Linhas de pesquisa: Planejamento e Gestão do Espaço Projeto, Produção e Gestão do Edifício Espaço Construído e o Meio Ambiente

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Instituição	Est.	Curso	Nível	Linhas
UFG	GO	Engenharia Civil	M	Linhas de pesquisa: Materiais de Construção Civil
UFG	GO	Geotecnia e Construção Civil	M	Linhas de pesquisa: Desempenho das Construções Processos Construtivos Tecnologias de Materiais e Componentes Construtivos
UFJF	MG	Ambiente Construído	M	Linha de pesquisa: Produção, projeto e experiência do espaço e suas relações com as tecnologias digitais
UFMG	MG	Construção Civil	M	Ênfase: Materiais de construção civil Materiais cimentícios Materiais metálicos para construção civil Resíduos como materiais de construção civil Gestão de empreendimentos de construção civil
UFMT	MT	Engenharia de Edificações e Ambiental	M	Áreas de concentração: Construção civil (tecnologia de materiais, projetos e sistemas construtivos) Tecnologia ambiental (conforto ambiental e eficiência energética e gestão da água e resíduos para o meio urbano)
UFPA	PA	Engenharia Civil	M	Área de concentração: Estruturas e Construção Civil Linhas de pesquisa: Estruturas Construção Civil e Materiais: gerenciamento e materiais de construção
UFPB	PB	Engenharia Civil	M	Área de concentração: Engenharia Urbana Linha de pesquisa: Habitação
UFPE	PE	Engenharia Civil e Ambiental	M	Área de Concentração: Estruturas e Materiais Linha de pesquisa: Materiais e Componentes da Construção Civil
UFPeI	RS	Arquitetura e Urbanismo	M	Áreas de Concentração: Arquitetura, Patrimônio e Sistemas Urbanos Qualidade e Tecnologia do Ambiente Construído Linha de pesquisa: Percepção e Avaliação do Ambiente Urbano pelo Usuário Conforto Ambiental e Eficiência Energética no Desempenho do Espaço Construído Sustentabilidade do Ambiente Construído
UFPR	PR	Construção	M	Áreas de Concentração:

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Instituição	Est.	Curso	Nível	Linhas
		Civil		Ambiente Construído Gerenciamento Materiais de Construção
UFRGS	RS	Engenharia Civil	D	Linhas de pesquisa: Desempenho do Ambiente Construído e Sustentabilidade Desenvolvimento de Novos Materiais Geotécnicos e de Construção Gestão e Economia da Construção Patologia e Recuperação de Estruturas e Construções Tecnologia de Materiais e Processos Construtivos
UFRGS	RS	Arquitetura	D	Linha de pesquisa: Habitabilidade da edificação e da urbanização
UFRJ	RJ	Arquitetura	D	Área de Concentração: Qualidade, Ambiente e Paisagem Linhas de pesquisa: Ambientes de saúde Habitação e assentamentos humanos Sustentabilidade, conforto ambiental e eficiência energética
UFRJ	RJ	Engenharia Urbana	MP	Área de Concentração: Engenharia Urbana Linhas de pesquisa: Planejamento e Gestão Territorial Sistemas Urbanos Métodos e Técnicas
UFRN	RN	Arquitetura e Urbanismo	D	Área de Concentração: Projeto, morfologia e conforto no ambiente construído Linhas de pesquisa: Projeto de Arquitetura Morfologia, Usos e Percepção do Ambiente Conforto ambiental e eficiência energética
UFSC	SC	Engenharia Civil	D	Área de Concentração: Construção Civil Linhas de pesquisa: Conforto Ambiental e Energia Materiais e Processos Construtivos
UFSC	SC	Arquitetura e Urbanismo	D	Linhas de Pesquisa: Métodos e Técnicas Aplicados ao Projeto em Arquitetura e Urbanismo Comportamento Ambiental do Espaço Urbano e das Edificações
UFSCar	SP	Construção Civil	M	Área de concentração: Sistemas construtivos de edificações
UFSCar	SP	Engenharia	D	Área de concentração:

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Instituição	Est.	Curso	Nível	Linhas
		Urbana		Estudos de Processos e Fenômenos Aplicados à Engenharia Urbana Gestão, Planejamento e Tecnologias Aplicados à Engenharia Urbana
UFSM	RS	Engenharia Civil	M	Linhas de pesquisa: Conforto Ambiental Materiais de Construção Patologia e Recuperação da Construção
UFU	MG	Engenharia Civil	M	Áreas de concentração: Engenharia Urbana e Estruturas e Construção Civil Linhas de Pesquisa: Materiais tradicionais, materiais reciclados e novos materiais Estrutura Planejamento e Infraestrutura Urbana
UnB	DF	Estruturas e Construção Civil	D	Área de concentração: Estruturas e construção civil Linhas de pesquisa: Patologia, Recuperação, Manutenção e Reforço de Estruturas e Edificações Sistemas Construtivos e Desempenho de Materiais Gestão, Qualidade e Sustentabilidade na Produção da Edificação
UnB	DF	Arquitetura e Urbanismo	D	Área de concentração: Projeto e tecnologia Linhas de pesquisa: Tecnologia Paisagem, ambiente e sustentabilidade
Unicamp ¹	SP	Engenharia Civil	D	Área de Concentração: Arquitetura e Construção Linhas de pesquisa: Conforto no Edifício e na Cidade Gestão e Tecnologia do Ambiente Construído Metodologia e Teoria do Projeto e da Cidade
Unicap	PE	Engenharia Civil	M	Linhas de pesquisa:

¹ A Unicamp passou a ter dois programas de mestrado e doutorado na área da Tecnologia do Ambiente Construído: Engenharia Civil - Área de Concentração: Construção. Linhas de pesquisa: Edificações e Materiais e componentes de construção. Arquitetura, Tecnologia e Cidade - Área de Concentração: Arquitetura, Tecnologia e Cidade - Linhas de pesquisa: Teoria e metodologia do projeto e da cidade, Conforto ambiental do edifício e da cidade e Tecnologia e gestão do ambiente construído (2013).

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Instituição	Est.	Curso	Nível	Linhas
				Materiais de construção Tecnologia das construções
Unisinos	RS	Engenharia Civil	M	Linhas de pesquisa: Otimização de processos para minimização de resíduos Reciclagem e disposição final de resíduos
UPE	PE	Engenharia Civil	M	Linhas de pesquisa: Desempenho e Inovação Tecnológica na Construção Gestão da Construção
USP-EP ²	SP	Engenharia Civil	D	Áreas de concentração: Engenharia de Construção Civil e Urbana Especialidades: Engenharia de Sistemas Prediais Engenharia e Planejamento Urbanos Materiais e Componentes de Construção Civil <i>Real Estate</i> Tecnologia Computacional para Construção Civil Tecnologia e Gestão da Produção na Construção Civil
USP-FAU	SP	Arquitetura e Urbanismo	D	Áreas de concentração: Tecnologia da Arquitetura e Projeto da Arquitetura Linhas de Pesquisa: Tecnologia da Construção Conforto, eficiência energética e ergonomia Processo de produção da arquitetura e do urbanismo Produção da arquitetura Arquitetura e cidade Projeto de arquitetura: teoria e método Planejamento Urbano e Regional
USP-SC	SP	Arquitetura e Urbanismo	D	Área de concentração: Arquitetura, urbanismo e tecnologia Linhas de Pesquisa: Desenvolvimento e avaliação de produtos e processos no ambiente construído

² A Escola Politécnica da USP passou a ter um novo programa de mestrado profissional na área da Tecnologia do Ambiente Construído: Área de Concentração: Inovação na Construção. Linhas de pesquisa: Inovação na Construção com foco em Desempenho, Tecnologia e Sustentabilidade; Energia, Água e Comunicação – Análise Experimental e por Simulação Computacional; e Modelos de Gestão de Empreendimentos e Projetos Complexos (2013).

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Instituição	Est.	Curso	Nível	Linhas
				Conforto ambiental e eficiência energética no edifício e na cidade Inovações tecnológicas no edifício e na cidade Políticas e projetos tecnológicos no ambiente construído
UTFPR	PR	Engenharia Civil	M	Área de concentração: construção civil Linhas de pesquisa: Materiais e sistemas estruturais Sistemas de produção

A Figura 5 traz o mapa da localização dessas instituições.

As incidências das principais linhas de pesquisa nos 41 diferentes centros analisados são:

- Desenvolvimento sustentável – 32 centros.
- Qualidade do projeto, desempenho e avaliação pós-ocupação – 23 centros.
- Conforto ambiental e eficiência energética – 18 centros.
- Gestão e economia da construção – 18 centros.
- Engenharia urbana e gestão habitacional – 17 centros.
- Sistemas e processos construtivos – 15 centros.
- Materiais de construção – 11 centros.
- Patologia e durabilidade das construções – 10 centros.
- Inovação tecnológica – 9 centros.
- Reaproveitamento de resíduos na construção – 7 centros.
- Tecnologia da Informação e Comunicação – 6 centros.
- Tecnologia de sistemas prediais – 5 centros.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

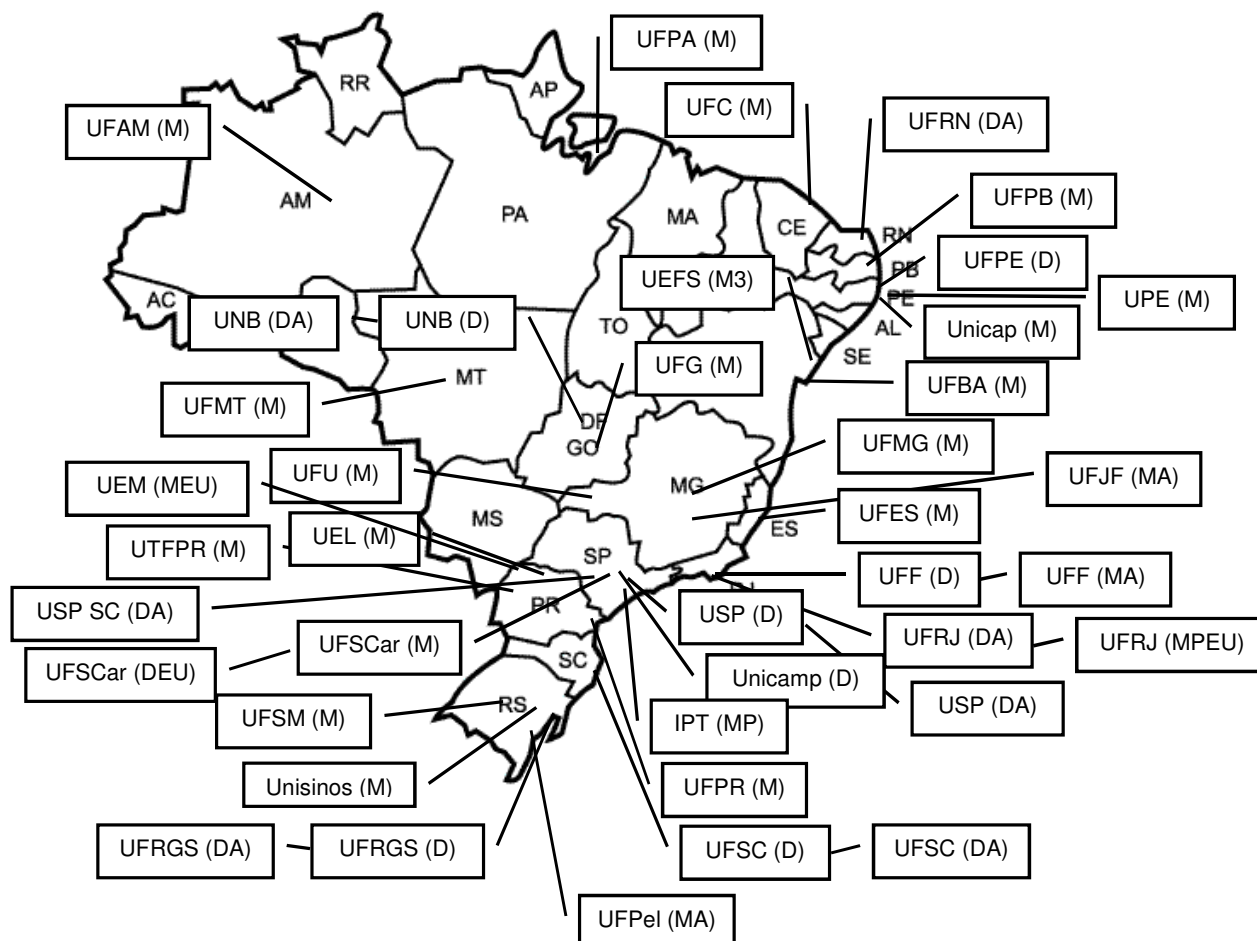


Figura 5: Principais centros de pós-graduação da área no país, níveis de formação (mestrado profissional – MP, mestrado – M e mestrado e doutorado - D), em engenharia civil – construção, em tecnologia da arquitetura (letra A) e em engenharia urbana (letras EU) (Fonte: Internet; março de 2010).

A análise dessas informações leva a algumas conclusões:

- São diversos os centros de pesquisa com programas de pós-graduação na área de Tecnologia do Ambiente Construído. Embora mais concentrados nas regiões Sudeste e Sul, há razoável distribuição dos centros pelo país. A concentração é maior para os programas de doutorado (regiões Sudeste e Sul).

- Há uma grande diversidade de linhas de pesquisa relacionadas à área da Tecnologia do Ambiente Construído sendo investigadas³. No caso de alguns temas, são poucos os centros envolvidos.
- As linhas de pesquisa investigadas tratam de problemas concretos da indústria da construção e são de interesse para os agentes públicos e privados da cadeia produtiva.
- Nem todas as linhas de pesquisa foram destacadas, por não serem diretamente relacionadas à área, mas estão sendo igualmente realizadas investigações sobre elas (ex.: estruturas, geotécnica, *real estate*, etc.).

6. Principais linhas de pesquisa na área de Tecnologia do Ambiente Construído: centros de pesquisa, temas pesquisados e perspectivas e principais desafios para os próximos cinco anos

Para um conjunto definido de linhas de pesquisa apresentadas no quadro 2, que correspondem aos Grupos de Trabalho da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, apresenta-se um levantamento dos principais centros de pesquisa da área temática (de excelência e emergentes), linhas de pesquisa investigadas em cada um e as perspectivas e os principais desafios para cada área para os próximos cinco anos (março de 2010).

Quadro 2: Conjunto de linhas de pesquisa analisadas.

Linhas de pesquisa investigadas - Grupos de Trabalho da ANTAC
Argamassa
Conforto ambiental e eficiência energética
Desenvolvimento sustentável
Patologia e durabilidade das construções
Gestão e economia da construção
Engenharia urbana e gestão habitacional
Qualidade do projeto, desempenho e avaliação pós-ocupação
Reaproveitamento de resíduos na construção
Tecnologia de sistemas prediais
Tecnologias e processos construtivos
Tecnologia da Informação e Comunicação

³ Notar que temas da área são também pesquisados em programas de pós-graduação correlatos, não repertoriados (urbanismo, gestão ambiental, etc.).

Os resultados mostram que a existência de uma estratégia de condução das pesquisas em cada linha, apoiada por um Grupo de Trabalho específico abrigado por uma entidade de pesquisadores como a Antac, pode colaborar para a eficiência da aplicação dos recursos em pesquisa, sejam eles públicos ou privados.

6.1. Argamassa

Os principais centros de pesquisa da área temática são (em ordem alfabética): UFBA, UFES, UFG, UFJF, UFMG, UFPE, UFPR, UFRGS, UFSC, UnB, Unisinos e USP-EP.

O centro de excelência de destaque, particularmente devido à abordagem mais ampla, é a USP-EP. Os demais grupos desenvolvem trabalhos de excelência em temas pontuais. De um modo geral, os pesquisadores desses centros dão assistência técnica a construtoras e fabricantes locais.

A UFPR, a UFMG e a Unisinos podem ser consideradas como emergentes, formando agora um grupo de estudos em argamassas.

Os principais temas abordados são: ensaios de argamassas em geral, incluindo o estudo de materiais para argamassas (agregados naturais e alternativos, aglomerantes, materiais poliméricos e aditivos) e técnicas de ensaios de desempenho, particularmente reologia. Em menor escala, patologia dos revestimentos, durabilidade, manutenção e restauro.

Nos próximos cinco anos, as pesquisas devem evoluir para:

- ensaios *in situ*;
- correlação entre dados de laboratório e de obra;
- formulação de argamassas incluindo aplicações específicas;
- técnicas de aplicação mecanizada;
- uniformização de preparo de argamassas em obra;
- projeto de revestimento, mapeamento das condições climáticas regionais para adequação do sistema de revestimento ao ambiente;
- transferência do conhecimento para a normalização.
- técnicas de caracterização reológica.

Há uma forte participação da indústria nas pesquisas da linha.

6.2. Conforto ambiental e eficiência energética

Os centros de pesquisa consolidados ou em consolidação nessa área são: UFSC, Unicamp, UFRGS, UFMG, UFRJ, USP-FAU, USP-SC, UNES-B, UFSCar, UnB, UFAL, UFRN, UFSM, UFPeI, UFPR e UFMT. Os temas abordados, em geral, são os seguintes: ²³

conforto térmico, conforto acústico, conforto luminoso, desempenho térmico e acústico de edificações, eficiência energética em edificações, bioclimatologia, clima urbano, simulação computacional, iluminação natural e artificial e medição de propriedades térmicas e acústicas.

Ações relacionadas à eficiência energética em edificações vêm sendo implantadas por meio de parcerias Eletrobrás/Procel e Universidades, tendo como centro o Labeee da UFSC.

Como resultado dessas ações, foi lançado em 2009, juntamente com o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – Inmetro, o Programa Nacional de Etiquetagem de Edificações para edifícios comerciais, de serviços e públicos, como parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE.

Em 2010, foi lançado o programa para edifícios residenciais. Foi formada a Rede de Eficiência Energética em Edificações, por meio de convênio entre a Eletrobrás e a UFRN. Vários laboratórios participam dessa rede, seja como multiplicadores, seja visando acreditação no Inmetro.

Inicialmente a etiquetagem de energia das edificações é voluntária, mas pretende-se, nos próximos anos, transformá-la em obrigatória. Essas ações vão contribuir, significativamente, para a redução do consumo energético nas edificações do país.

Quanto às perspectivas e aos principais desafios para a área nos próximos cinco anos, ela precisa de recursos para pesquisas que objetivem melhorar a eficiência energética de diferentes tipos de edificações, seja através de levantamentos de campo, análises teóricas ou simulações computacionais.

No entanto, para a consolidação desse tema, deveria haver incentivos para o desenvolvimento de um amplo projeto que englobasse diversas cidades do país, em que se adotasse uma metodologia única para monitoramento de diferentes tipos de edificações existentes e levantamento de suas tipologias construtivas para avaliação do cenário atual. A partir daí, poderia se avaliar a adequação climática dessas edificações e estabelecer requisitos de projeto para diferentes localidades do Brasil.

Também deveriam ser incentivados trabalhos sobre conforto e desempenho térmico e acústico de edificações, métodos de laboratório para determinação de propriedades térmicas e acústicas de materiais e componentes construtivos, bioclimatologia e iluminação. Todos esses aspectos afetam direta ou indiretamente a eficiência energética e a sustentabilidade das edificações. Pesquisas relacionadas à simulação computacional de edificações e ao tratamento de dados climáticos também deveriam ser incentivadas, bem como o acesso às informações de estações meteorológicas, nem sempre disponíveis.

6.3. Desenvolvimento sustentável

Os principais centros de pesquisa da área temática são (em ordem alfabética): UFES, UFPR, UFRGS, UFSC, UFSCar, Unicamp, USP-EP e USP-SC.

Os principais centros de excelência são a USP-EP, a UFES, a UFRGS e a UFSCar. Os demais são emergentes, entre eles: IFPR, UFPE, UFC, USP-FAU e INPA.

Os temas abordados nos centros de excelência são:

- na USP-EP: gestão de resíduos de construção, gestão de águas e instalações prediais, energia, gestão da construção e metodologias de avaliação e edificações e comunidades sustentáveis;
- na UFES: edificações e comunidades sustentáveis;
- na UFRGS: edificações e comunidades sustentáveis e engenharia urbana sustentável;
- na UFSCar: sistemas construtivos não convencionais (madeira e construção em terra), incubação de cooperativas habitacionais e gestão de resíduos urbanos sólidos e líquidos.

As perspectivas e os principais desafios para a área nos próximos cinco anos são:

- Uso do petróleo e de outros combustíveis fósseis gradativamente se aproximando do pico de população mundial, por volta de 2050; esgotamento de recursos naturais contemporâneos utilizados na construção; fome e miséria disseminadas por todo o planeta; criminalidade crescente para a sobrevivência; obsolescência em massa do estoque construído – estimado com vida útil entre 50 e 100 anos; esgotamento de aterros, de toda natureza; comprometimento crítico da qualidade da água e escassez de água; poluição do ar.
- Necessidade de se conscientizar os setores público e privado dos desafios e das oportunidades da necessidade de se modificar as formas tradicionais de construção, em todas as escalas, adotando meios mais sustentáveis.
- Necessidade de se adotar, em todas as instâncias, visões mais holísticas e sistêmicas e menos compartimentadas, o que pressupõe um novo sistema de educação.
- Criação de uma cultura de formação para a sustentabilidade nas universidades brasileiras e que estas implantem práticas demonstrativas.
- Criação de uma cultura de discussão de cenários de médio e longo prazo que considerem as transformações devidas ao esgotamento dos recursos naturais.

6.4. Patologia e durabilidade das construções

Os principais centros de pesquisa da área temática são (em ordem alfabética): FURG, Furnas, IFPB, IPT, ITA, Unicamp, UFG, UFPE, UFRGS, UFSC, UFSCar, UFSM, UnB e USP-EP.

Todos são grupos bastante consolidados. Não há destaque para um grupo emergente no tema. Doutores recentes foram formados em áreas relativas à durabilidade, mas estão sendo incorporados a grupos já existentes. Não há destaque de nucleação recente.

Existem 66 grupos de pesquisa CNPq relacionados com durabilidade das construções (ambiente construído), mas a maior parte é relacionada com concreto ou materiais de base cimento. O subgrupo de durabilidade do concreto é o mais antigo e com maior número de pesquisas na área.

Os demais materiais e sistemas estão dispersos pelas várias universidades e institutos de pesquisa nacionais. Vários temas de durabilidade são desenvolvidos pelos demais Grupos de Trabalho da Antac, dentro das especificidades de cada um.

Na maior parte das universidades e institutos de pesquisa relacionados, a questão principal é caracterizar o comportamento de materiais e sistemas frente ao uso, em ensaios acelerados (ou não) em laboratório de forma a selecionar melhores materiais para um determinado uso, ou então caracterizar o comportamento de um material ou sistema frente a um determinado condicionante de durabilidade ou desempenho.

Como destaque, cabe ressaltar:

- No ITA: a temática de desenvolvimento de pesquisas tem como foco principal o estabelecimento de parâmetros para estimativa de vida útil e normalização (regionalizada) de critérios de desempenho e durabilidade. Busca-se caracterizar a agressividade ambiental (geração de mapas, em macro-escala) e estudos de microclima também. Não há concentração somente no concreto e estruturas de concreto, mas também em elementos de fachadas e outros.
- Na USP-EP e no IPT, são desenvolvidas pesquisas em biodeterioração de materiais de construção.
- Na grande parte dos centros e universidades, o foco são em materiais cimentícios, com desenvolvimento de teses e seleção de materiais relacionados com revestimentos de base cimento ou então concretos.

A principal perspectiva para a área nos próximos cinco anos é assegurar a continuidade de desenvolvimento de pesquisas nos centros, nas áreas correlatas às já desenvolvidas atualmente.

Os principais desafios são:

- Maior integração com a indústria, buscando levar o conhecimento relacionado com durabilidade de materiais, especialmente os de base cimento, e transferência de tecnologia.
- Maior investimento por agências de fomento e pela indústria em pesquisas de base, como para desenvolvimento de parâmetros que permitam normalização, regionalização de normalizações, desenvolvimento e determinação de parâmetros de desempenho = investimento em pesquisa básica. Isso envolve conhecimento de parâmetros, desenvolvimento de bancos de dados e pesquisas multidisciplinares e de longa duração.
- Desenvolvimento de normas relacionadas com o tema. Hoje se têm, no Brasil poucas normas relacionadas com o tema de forma a permitir estimativas de vida útil ou avaliação de estado de degradação. Mesmo com a norma de desempenho proposta, faltam metodologias e critérios de avaliação de desempenho e estimativa de vida útil.
- Investimento em formação de pesquisadores em outros temas que não os já consolidados. Por exemplo, o grupo de pesquisas em durabilidade do concreto é bastante grande e consolidado. No entanto faltam pesquisadores em outros temas, como desempenho de sistemas construtivos, comportamento em uso (ensaio de longa duração) e outros.

6.5. Gestão e economia da construção

Os principais centros de pesquisa da área temática e os temas abordados em cada um são (por região do país):

Região Sudeste

USP-EP - Linhas de Pesquisa: *Real Estate* e Tecnologia e gestão da produção - competitividade, qualidade e modernização produtiva; gestão da produção; gestão de projetos; e inovação e racionalização nos processos construtivos.

Unicamp - Linha de Pesquisa: Gestão e tecnologia do ambiente construído – sistemas de gestão integrada; planejamento e controle da produção; planejamento econômico, financeiro e de riscos; tecnologia da informação e comunicação.

UFF - Linhas de Pesquisa: Competitividade, conhecimento e inovação tecnológica; Finanças e gestão do investimento; Gestão e estratégia de negócios; Gestão da informação; Logística e cadeias de suprimento e; Modelagem no apoio à decisão.

Região Sul

UFSC – Linha de Pesquisa: Materiais e processos construtivos – avaliação e desenvolvimento de processos construtivos e gerenciamento de obras.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

UFRGS – Linhas de Pesquisa: Aprendizagem organizacional; Gestão da produção; e Gestão do processo de desenvolvimento de produto.

Os centros de pesquisa em consolidação e os temas abordados em cada um são:

Região Sudeste

UFSCar – Linhas de Pesquisa: Racionalização, avaliação e gestão de processos e sistemas construtivos e; Sistemas estruturais e tecnologia de sistemas construtivos.

UFES – Linha de Pesquisa: Gestão da construção civil e do ambiente construído.

IPT – Linhas de Pesquisa: Planejamento e gestão de empreendimentos habitacionais; Políticas habitacionais e gestão econômico-financeira de empreendimentos; Processos e sistemas construtivos para edifícios; e Qualidade e desempenho nas construções.

Região Sul

UFPR – Linhas de Pesquisa: Gestão da produção na construção civil; Gestão de desenvolvimento de projetos; Planejamento estratégico, tático e operacional; e Tecnologia da Informação para construção civil.

UEL – Linha de Pesquisa: Sistemas construtivos e desempenho de edificações.

Região Centro-Oeste

Nada consta.

Região Nordeste

UPE – Linhas de Pesquisa: Desempenho e inovação tecnológica na construção; e Gestão da construção.

UFC – Linhas de Pesquisa: Gerenciamento de empresas e empreendimentos; e Habitação de interesse social.

Região Norte

UFPA – Linha de Pesquisa: Construção civil e materiais.

As perspectivas e os principais desafios para a área nos próximos cinco anos relacionam-se ao incremento da pesquisa em áreas ainda pouco investigadas:

- Enfoques interorganizacionais: gestão da cadeia de suprimentos, arranjos contratuais, coalizão entre partes interessadas, redução de oportunismo, etc.
- Gestão de pessoas: gestão de mudanças, gestão da segurança, desenvolvimento de competências, etc.

- Estudos quantitativos: análise de impacto de mudanças, desempenho econômico da construção, etc.
- Tecnologia e sistemas de informação: Modelagem da Informação da Construção (*BIM*), práticas integradas, etc.
- Gestão de negócios: empreendedorismo, criação, percepção e entrega de valor.
- Globalização na construção: mercados futuros, Impactos, etc.

6.6. Engenharia urbana e gestão habitacional

Os principais centros de pesquisa da área temática são os que possuem programas de pós-graduação no nível de doutorado. São eles, com os principais temas abordados em cada um:

- USP-EP: Habitação e Gestão sustentável urbana;
- USP-SC: Transporte urbano e Habitação.

Os centros de pesquisa da área temática são os que possuem programas de pós-graduação no nível de mestrado, cujos principais temas abordados são:

- UFPB: Habitação e Saneamento;
- UFU: Transporte urbano e Planejamento geoambiental;
- UPF: Gerenciamento de infraestrutura e meio ambiente;
- UFBA: Gestão sustentável urbana;
- UEM: Infraestrutura e sistemas urbanos;
- UFPR: Gestão sustentável urbana;
- UFRJ: Planejamento e gestão e sistemas urbanos.

As perspectivas de temas para serem focados nos próximos cinco anos são:

- Gestão habitacional: urbanização de favelas, recuperação de cortiços, conjuntos habitacionais e habitação popular;
- Gestão ambiental urbana: uso do solo, transportes urbanos, saneamento e sustentabilidade urbana.

6.7. Qualidade do projeto, desempenho e avaliação pós-ocupação

Os principais centros de pesquisa na área temática e os principais temas que investigam são:

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

- Unicamp : Método de projeto, Avaliação pós-ocupação e Tecnologia da informação aplicada ao projeto;
- UFRJ: Avaliação pós-ocupação e Gestão do processo de projeto;
- UFRGS: Gestão do processo de projeto, *Lean design* e Avaliação pós-ocupação;
- USP-EP: Gestão do processo de projeto;
- USP-FAU: Avaliação pós-ocupação e Gestão do processo de projeto.

Já os centros de pesquisa emergentes na área temática e os principais temas que investigam são:

- UFMG: Gestão do processo de projeto e Tecnologia da informação aplicada ao projeto;
- UFPel: Avaliação pós-ocupação;
- UFRN: Avaliação pós-ocupação;
- UFSCar: Gestão do processo de projeto;
- USP-SC: Gestão do processo de projeto e Avaliação pós-ocupação.

As perspectivas e os principais desafios para a área nos próximos cinco anos são:

- Dar visibilidade à linha e às pesquisas desenvolvidas na temática para as instituições de fomento à pesquisa, organismos governamentais e indústria de construção civil, em particular junto aos projetistas de arquitetura e engenharia;
- Implantar redes de pesquisa entre os centros atuantes na área;
- Disseminar a temática qualidade do projeto e nucleação de novos grupos de pesquisa em todo o território nacional;
- Estabelecer intercâmbios com centros de pesquisa internacionais.

6.8. Reaproveitamento de resíduos na construção

Os principais centros de pesquisa na área temática, com exemplos dos temas que investigam, são:

- USP-EP: resíduos de construção e demolição, pozolanas, escórias, fibras;
- UFSC: resíduos de construção e demolição, resíduos de rochas, pozolanas.

Outros centros de pesquisa na área temática, com exemplos dos temas que investigam, são:

- UFRGS: resíduos de construção e demolição, pozolanas, escórias, lodos, resíduos da indústria calçadista, resíduos de vidro;

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

- Unisinos: resíduos de construção e demolição, pozolanas, escórias, lodos, resíduos da indústria cerâmica, resíduos da indústria calçadista, resíduos poliméricos;
- UEFS: resíduos de construção e demolição, resíduos de rochas, resíduos da indústria cerâmica, resíduos da indústria calçadista;
- UFAL: resíduos de construção e demolição, resíduos de rochas;
- UFAM: resíduos de construção e demolição, pozolanas, lodos, resíduos da indústria cerâmica, resíduos poliméricos, resíduos de vidro;
- UFPR: resíduos de construção e demolição, resíduos da indústria cerâmica;
- UFPA: resíduos de construção e demolição, pozolanas, escórias.

Outros centros com pesquisas na área são: UFMT, UFRJ, UFMG, UFES e UFU.

O setor de construção civil é um grande gerador de resíduos. Dessa forma, possui grande potencial para a reciclagem, em função dos volumes de materiais envolvidos no processo de construção. Apesar dessas características, no Brasil, o gerenciamento de resíduos da construção civil é incipiente, não atendendo à demanda da sociedade por construções sustentáveis.

São necessários estudos que garantam a redução na geração de resíduos, a elaboração e a viabilização de alternativas de reciclagem de resíduos, evitando o consumo de matéria prima não renovável e diminuindo o impacto do descarte destes resíduos, e também alternativas seguras para o descarte final de resíduos não recicláveis.

Apesar da existência de legislação específica sobre o gerenciamento de resíduos de construção civil, há grande dificuldade para sua implantação, principalmente em nível municipal. Há carência de infraestrutura, de conhecimento técnico específico e de fiscalização. A participação da comunidade científica vem ocorrendo, em geral, de forma pouco articulada, destacando-se ações pontuais de grupos de pesquisa consolidados e potencialmente emergentes. Uma ação que vêm gerando resultados promissores é a articulação de projetos em rede de pesquisa, promovida por órgãos de fomento como a CAPES e a FINEP.

Um dos maiores exemplos de sucesso na reciclagem para a construção civil é o uso de pozolanas na fabricação de cimentos Portland, onde o Brasil se destaca mundialmente. Dentre outros resíduos com potencial para se tornarem coprodutos, o único que já apresenta razoável maturidade é o resíduo de construção e demolição.

Os principais desafios para os próximos anos são:

- Propiciar a integração dos grupos de pesquisa relacionados ao tema;
- Implantar uma política para a gestão de resíduos articulada entre o governo federal, municípios e sindicatos relacionados com a construção civil, preferencialmente com a

31

ação conjunta da comunidade de pesquisa, que pode responsabilizar-se pelo apoio tecnológico necessário;

- Padronizar metodologias para a caracterização de resíduos e de componentes com materiais reciclados, a serem adotadas pelos grupos de pesquisa afetos ao tema;
- Desenvolver metodologias específicas para a avaliação da durabilidade de materiais e componentes que incorporem resíduos;
- Desenvolver metodologias para a avaliação do ciclo de vida de componentes com resíduos, que permitam a tomada de decisão sobre alternativas de reciclagem sustentáveis;
- Estabelecer intercâmbios com centros de pesquisa internacionais.

6.9. Tecnologia de sistemas prediais

Os principais centros de pesquisa na área temática, com exemplos dos temas que investigam, são:

- Unicamp: avaliação de sustentabilidade; hábitos de uso de água em hospitais; medição individualizada; consumo de água em escolas; aproveitamento de água pluvial; patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários; reuso de água cinza; cobrança antecipada pelo uso da água.
- USP-EP: hábitos de uso de água em edificações residenciais; programa de uso racional da água; avaliação de sustentabilidade; medição individualizada; consumo de água em escolas.
- UFSCar: consumo de água em escolas; patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários; tratamento local de efluentes sanitários; interfaces dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários; prognóstico da quantidade de mão de obra para execução de sistemas; Aproveitamento de água pluvial.
- UFBA: aproveitamento de água pluvial; programa de uso racional da água.
- PUC-C: especificação de pontos de luz em projetos de iluminação; alocação ótima de eletrodutos em projetos; controle de perda de diversidade de aparelhos de ar-condicionado; Automação predial.
- UFPR: programa de uso racional da água; qualidade de água pluvial e água cinza; Impactos em ETAs e ETEs.
- IPT: análise preliminar de perigo em sistemas prediais de esgoto; sistemas de descarga de bacias sanitárias.
- UPF: aproveitamento de água pluvial; programa de uso racional da água.

- UFG: reuso de água; cobrança antecipada pelo uso da água; tratamento de esgoto *in loco*; reuso de esgoto; aproveitamento de água pluvial.

Já os centros de pesquisa emergentes na área temática, com exemplos dos temas que investigam, são:

- UNESP-B: gestão em sistema de iluminação; avaliação de sistema de iluminação.
- UFES: gerenciamento de esgoto.
- UFRGS: programa de uso racional da água; medição individualizada.
- UFSC: consumo de água em escritórios.
- UDESC: sustentabilidade ambiental.
- UNESP-RC: aproveitamento de água pluvial.
- UFP: aproveitamento de água pluvial.
- UFMG: programa de uso racional da água.
- UFRJ: programa de uso racional da água.

As perspectivas e os principais desafios para a área nos próximos cinco anos são:

- Conhecer mais profundamente os sistemas de medição individualizada, em particular os regimes de vazões que neles acontecem.
- Aprofundar o conhecimento do sistema de aproveitamento de água pluvial, tornando-o mais prático de ser implantado e mais seguro em relação à qualidade da água.
- Definir parâmetros de sustentabilidade em edificações relacionados aos sistemas prediais.
- Aperfeiçoar a eficiência energética no uso de aquecimento de água.
- Aperfeiçoar e desenvolver componentes visando o uso racional da água.

6.10. Tecnologias e processos construtivos

Os principais centros de pesquisa na área temática e os principais temas que investigam, em ordem alfabética, são:

- IPT: avaliação de desempenho, racionalização, otimização e aprovação técnica de componentes e sistemas construtivos (sistemas em chapas de gesso acartonado, sistemas em aço, sistemas em concreto, painéis pré-fabricados).
- UFG: tecnologia dos processos e sistemas construtivos em alvenaria e em pré-moldados de concreto.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

- UFMG: estruturas de concreto armado e protendido, metálicas e de madeira.
- UFRGS: análise experimental (concreto, aço, alvenaria estrutural), blocos cerâmicos e tecnologias de processos construtivos racionalizados.
- UFSC: alvenaria estrutural, revestimentos cerâmicos e processos construtivos.
- UFSCar: sistemas construtivos de concreto armado e protendido, construções metálicas e mistas, pré-fabricados e alvenaria estrutural.
- UnB: análise experimental e estruturas, patologia, manutenção e reforço de estruturas e edificações, sistemas construtivos e desempenho de materiais.
- UFBA: tecnologia dos materiais e componentes.
- USP-EP: racionalização de processos construtivos e desenvolvimento de novas tecnologias construtivas no processo de produção de edifícios, incluindo os processos construtivos em alvenaria estrutural.
- USP-SC: estruturas (concreto, alvenaria, metálica) e desenvolvimento e avaliação de produtos e processos.

Todas essas instituições têm laboratórios de estruturas ou construção, porém destaca-se que nenhuma tem o nível de infraestrutura desejável, comparável a instituições de pesquisa de países considerados desenvolvidos. Para avaliação de sistemas construtivos, os laboratórios de destaque são os do IPT e da UFG (com apoio de Furnas), e também os da USP-EP, UFSCar, UFSC e UFRGS.

Os temas de pesquisa são usualmente abordados conforme o sistema construtivo: em alvenaria estrutural, pré-moldados de concreto, construção metálica e mista, concreto armado e protendido. Há hoje consenso, em todos os sistemas, sobre a necessidade de coordenação modular e introdução do conceito de industrialização aberta, além de crescente preocupação com sistemas de elevada produtividade, mais sustentáveis e de correto desempenho.

Nos próximos dez anos, as pesquisas devem evoluir para:

- Consolidação na norma de desempenho e das inovações tecnológicas no âmbito do SINAT - Sistema Nacional de Aprovações Técnicas do PBQP-H;
- Implantação efetiva da coordenação modular, propondo alternativas de intervenção governamental para se criar um efeito de escala no setor;
- Aumento significativo de inovações tecnológicas de processos e sistemas construtivos, visando redução de mão de obra, aumento da produtividade e desempenho agregado;
- Aumento de produtividade, mecanização e uso crescente de sistemas secos, como em fachadas pré-fabricadas, sistemas com junta a seco, porém ainda com espaço

34

para sistemas moldados no local racionalizados, como paredes de concreto, com formas incorporadas ou não;

- Implantação efetiva da industrialização aberta;
- Implantação de processos e sistemas construtivos mais sustentáveis e de melhor desempenho e envolvendo processos de execução mais limpos;
- Desenvolvimento, organização e difusão de ferramentas para ensaios em laboratórios e virtuais (de controle e de análise de desempenho).

Deve-se destacar que partes dessas ideias não são novas. Fazem parte do ideal do desenvolvimento tecnológico há algumas décadas. Falta organização e coordenação, tanto governamental, quanto pelo lado empresarial e acadêmico, para implantá-las.

Há uma certa inquietação de parte da academia sobre a necessidade de reconhecimento acadêmico de pesquisadores e instituições que desenvolvem tecnologias e processos construtivos específicos para a Construção brasileira. Essas pesquisas muitas vezes não têm projeção internacional, mas permitem um grande desenvolvimento do setor no país.

6.11. Tecnologia da Informação e Comunicação

Os principais centros de pesquisa na área temática e os principais temas que investigam são:

- USP-EP: *BIM - Building Information Modeling* (Modelagem da Informação da Construção), Simulação, *CFD - Mecânica dos Fluidos Computacionais*, Realidade Virtual, *Extranets*, *CAD - Computer Aided Design*, Educação à Distância e *CAFM - Computer Aided Facility Management*.
- UFPR: Sistemas de Informação, *CAD 4D*, Ambientes Colaborativos, Modelagem da Informação da Construção (*BIM*) e Educação à Distância.
- UFF: Sistemas de classificação, Modelagem da Informação da Construção (*BIM*), Sistemas de Gerenciamento e Ontologias.
- Unicamp: Projeto colaborativo, Interoperabilidade, Realidade Virtual, Modelagem da Informação da Construção (*BIM*), Sistemas Generativos e Prototipação Rápida.

Já os centros de pesquisa emergentes na área temática e os principais temas que investigam são:

- UFBA: *CAD*, *Laser Scanning*, Fotogrametria Digital e Modelagem da Informação da Construção (*BIM*).
- Unochapecó: Sistemas de gerenciamento, SIG - Sistema de Informação Gerencial e Interoperabilidade.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

- Mackenzie: Sistemas Generativos e Prototipação Rápida.
- UFRGS: Simulação.
- UnB: Prototipagem Rápida, Fabricação Digital e Simulação Computacional.

Quanto às perspectivas para a área nos próximos cinco anos, com os recentes fenômenos do aquecimento da construção civil, têm surgido na indústria da construção empresas de grande porte investindo em tecnologias da informação.

Ao mesmo tempo, o mercado finalmente está sentindo a necessidade de recorrer aos recursos das TIC para solucionar problemas ligados à eficiência de seus processos e à escassez de mão de obra. A procura a tecnologias como o *BIM* (*Building Information Modeling*) ou Modelagem da Informação da Construção é crescente, assim como a sistemas *ERP* e Sistemas de Gerenciamento de Projetos na *Web*.

Com a abertura dos empresários da indústria da construção às novas tecnologias, as perspectivas dessa área de pesquisa são bastante promissoras. As principais incorporadoras e construtoras nacionais estão desenvolvendo projetos ou pilotos que envolvem Modelagem da Informação da Construção (*BIM*) e várias têm *ERP* implantados.

Estão abertos editais de agências de fomento direcionados à área de TIC para a construção e os principais fabricantes de *software* para *AEC* - *Architecture, Engineering and Construction* têm disponíveis programas educacionais e de pesquisa atraentes. Têm surgido alguns grupos emergentes e os de excelência trabalham cooperativamente, ligados em redes de pesquisa. Já há uma norma da ABNT voltada à Modelagem da Informação da Construção (*BIM*), indicando o interesse da sociedade e do governo pela área.

O conceito de Modelagem da Informação da Construção (*BIM*) tem o poder de fomentar a demanda por uma grande variedade de tecnologias, pois a disponibilidade de modelos digitais 3D do edifício facilita e viabiliza o uso de, por exemplo, simulações computacionais (energéticas, ventilação, etc.), planejamento 4D, orçamentação automática, visualização interativa, gerenciamento de facilidades auxiliado por computador, etc.

As questões da sustentabilidade e a recente norma de desempenho impulsionam enormemente a demanda por ferramentas que permitam otimizar os projetos arquitetônicos e de sistemas prediais, de forma integrada, fazendo com que pesquisadores de outras áreas voltem-se às TIC na busca de soluções.

Dadas as perspectivas atuais, os principais desafios de pesquisa para a área no futuro são ligados a levar para o mercado as tecnologias que há muito tempo são desenvolvidas na academia, adaptando-as adequadamente.

O conceito de Modelagem da Informação da Construção (*BIM*) traz consigo inúmeras promessas de benefícios. Para que se realizem, é necessário superar obstáculos ligados à padronização (sistemas de classificação, bibliotecas de componentes, etc.),

36

interoperabilidade (formatos de arquivos) e de gestão do empreendimento no contexto das novas tecnologias.

Problemas ligados ao tamanho dos modelos (e recursos computacionais associados) também devem ser alvo de investigação para viabilizar seu uso mais intenso na indústria da construção. Outro subtema é o ligado a análises e simulações, que precisam ser mais rápidas e precisas e abranger vários aspectos simultaneamente, além de ter seu uso facilitado para o usuário final.

7. Desafios e gargalos para o desenvolvimento de C,T&I na área de Tecnologia do Ambiente Construído

Os desafios e gargalos identificados neste documento complementam os levantados no item anterior e estão fortemente alinhados com o Mapa Estratégico da Indústria, elaborado pela CNI – Confederação Nacional da Indústria (2007). As propostas foram divididas em quatro grandes itens: impacto social, modernização industrial, ambiente de inovação e impacto ambiental.

Percebe-se uma grande convergência entre os desafios colocados e os temas das redes dos editais da Finep anteriormente citados.

7.1. Impacto social

A indústria da construção tem o potencial de contribuir para a inserção social da população de baixa renda, principalmente por meio do processo de provisão de moradias.

Desafio 1: Contribuir para a inserção social da população de baixa renda por meio da realização de programas integrados

A provisão habitacional deve envolver não somente a construção de habitações e infraestrutura, mas também a realização de ações de geração de emprego e renda, desenvolvimento comunitário, entre outras.

Gargalos:

Dificuldades no gerenciamento de programas e projetos integrados, que envolvam investimentos em obras e também a realização de projetos sociais, dada a sua complexidade e necessidade de integrar o trabalho de muitos agentes públicos e privados.

Baixa eficiência das ações de caráter social, incluindo a geração de emprego e renda, melhoria da segurança e desenvolvimento comunitário.

Desafio 2: Trazer para o mercado formal trabalhadores e pequenas empresas de serviços

A inserção social pode também ser alcançada por meio da inserção no mercado formal de trabalhadores e de pequenas empresas de prestação de serviços, que atuam predominantemente no mercado informal e que devem ser formalizadas.

Gargalos:

Falta de qualificação da mão de obra e de micro e pequenos empresários.

Inexistência de mecanismos de apoio e indução ao desenvolvimento de pequenas empresas de prestação de serviços de construção.

Desafio 3: Melhorar as condições de trabalho nos canteiros de obras

Existe a necessidade de melhorar as condições de segurança e saúde do trabalho, tornando o ambiente da construção mais atraente e propício para a realização de atividades com melhor desempenho.

Gargalos:

Falta de qualificação dos profissionais da construção quanto a modernos conceitos e práticas de gestão da segurança.

Ausência de visão preventiva dos sistemas de gestão da segurança quanto à ocorrência de acidentes.

Baixo envolvimento de empresas construtoras e projetistas na busca pelas melhores condições de trabalho.

7.2. Modernização industrial

Deve-se buscar transformar a atividade de construção, que é predominantemente artesanal, em um processo industrial de melhor desempenho em termos de eficiência, qualidade e condições de trabalho.

Desafio 4: Desenvolver sistemas industrializados abertos

O processo de construção deve se desenvolver no sentido de se tornar uma atividade de montagem de componentes com alto valor agregado. Com isso, uma parte das atividades normalmente realizadas nos canteiros de obras pode ser transferida para ambientes fabris, nos quais se pode obter maior eficiência e condições de trabalho mais adequadas.

Gargalos:

Atraso no desenvolvimento de tecnologias de *open building* adaptadas à realidade brasileira, envolvendo colaboração de vários agentes da cadeia, incluindo indústrias fabricantes de materiais e componentes e empresas construtoras.

Baixa disseminação dos conceitos e práticas de coordenação modular.

Falta de ferramentas de tecnologia da informação para suporte ao projeto, manufatura e montagem de sistemas e componentes construtivos, incluindo BIM (*Building Information Modeling* ou Modelagem da Informação da Construção), modelagem computacional em 4D, sensores, *RFId* (*Radio Frequency Identification*), entre outros.

Baixo nível de desenvolvimento de novas competências entre os profissionais da construção para se adaptarem às mudanças requeridas pela industrialização aberta.

Desafio 5: Melhorar a qualidade dos empreendimentos de construção

Em que pese muitos avanços ocorridos nas últimas décadas em termos de melhoria da qualidade, existe ainda uma necessidade muito grande de melhorar a qualidade dos empreendimentos de construção, particularmente no segmento habitacional de baixa renda e nas obras públicas.

Nesse contexto, considera-se que a qualidade tem um caráter multidimensional da qualidade, devendo ser enfatizadas aquelas dimensões que são mais importantes do ponto de vista dos usuários finais dos empreendimentos, tais como conformidade, confiabilidade, durabilidade e satisfação.

Gargalos:

Baixo nível de desenvolvimento de documentação técnica detalhada, tais como práticas recomendadas ou códigos de práticas.

Baixo nível de avaliação sistemática de programas e empreendimentos de construção, particularmente nos setores de habitação de baixa renda e obras públicas, de forma a melhorar a retroalimentação de futuros investimentos.

Baixo nível de desenvolvimento e de disseminação de métodos e técnicas de captação e processamento de requisitos dos clientes.

Baixo nível de consolidação e aperfeiçoamento da tecnologia de projeto baseada em desempenho e da avaliação de desempenho, em especial durabilidade.

Insuficiência da normalização técnica e combate restrito a não conformidade de materiais, principalmente nas cadeias produtivas menos organizadas.

Falta de informações detalhadas e facilmente disponíveis para apoiar as decisões de projetos, tais como dados climáticos, desempenho de componentes, etc.

Falta de capacitação profissional tanto no que se refere a conhecimentos gerenciais como técnicos.

7.3. Criação um ambiente adequado para o desenvolvimento de inovações tecnológicas

A indústria da construção é tida como bastante conservadora em relação à introdução de inovações. No Brasil, o problema se deve principalmente à falta de articulação das suas cadeias de suprimentos e à falta de mecanismos eficazes de apoio ao desenvolvimento de inovações.

Desafio 6 – Consolidar grupos de Pesquisa e sua infraestrutura laboratorial

Em que pese o tamanho relativamente grande da comunidade acadêmica na área de construção, existe a necessidade de agregar os esforços de seus agentes em redes e projetos de pesquisa maiores, com visão de longo prazo e objetivos mais ambiciosos.

Gargalos:

Baixo nível de colaboração entre os centros de pesquisa e a indústria em redes e projetos de pesquisa de mais longo prazo e com objetivos mais ambiciosos.

Infraestrutura laboratorial inadequada para pesquisa e desenvolvimento inovadores em materiais de construção, componentes e sistemas construtivos.

Baixo nível de inserção internacional dos grupos de pesquisa, tanto no âmbito latino-americano, como em relação a centros de pesquisa de ponta de países desenvolvidos.

Desafio 7 – Criar mecanismos que apoiem a introdução de inovações no mercado

Considerando o fato de que as suas cadeias produtivas são desarticuladas e que o elo principal da indústria da construção é constituído por um grande número de pequenas empresas, existe a necessidade de mecanismos setoriais que induzam e apoiem a introdução de inovações no mercado.

No passado, ocorreram muitas iniciativas mal sucedidas de introdução de novos materiais e sistemas construtivos, que tornaram a indústria da construção e os usuários finais ainda mais resistentes às inovações.

A principal iniciativa de apoio à inovação tecnológica na indústria da construção é o Sistema Nacional de Avaliação Técnica (SINAT), concebido no âmbito do PBQP-H, que se encontra nos seus estágios iniciais de implantação.

O sistema visa a dar suporte à operacionalização de um conjunto de procedimentos reconhecidos por toda a cadeia produtiva da construção, com o objetivo de avaliar novos produtos utilizados nos processos de construção.

Busca-se a harmonização de procedimentos para a avaliação de novos produtos para a construção, quando não existem normas técnicas prescritivas específicas

aplicáveis ao produto. Assim, o SINAT supre, provisoriamente, lacunas da normalização técnica prescritiva (PBQP-H, 2008).

Gargalos:

Infraestrutura laboratorial inadequada para pesquisa e desenvolvimento inovadores em materiais de construção, componentes e sistemas construtivos.

Baixo nível de colaboração entre os centros de pesquisa e a indústria em atividades de pesquisa e desenvolvimento de novos materiais e componentes em projetos de pesquisa de mais longo prazo.

Falta de capacitação de profissionais e empresas em conceitos e metodologias relacionadas ao processo de desenvolvimento de novos produtos.

7.4. Redução do impacto ambiental da indústria da construção

A atividade de construção causa muitos impactos ambientais, colaborando decisivamente para as mudanças climáticas e escassez de energia e água. Além disso, é necessário adequar o ambiente construído e as cidades aos efeitos inevitáveis das mudanças climáticas, como chuvas torrenciais, ventos mais intensos que os históricos e secas prolongadas.

Desafio 8 – Aumentar a eficiência energética dos edifícios

O consumo de energia elétrica em edificações totalizou, em 2006, 45% do total no Brasil. As residências consomem 22% e os edifícios públicos e comerciais outros 23%. O consumo de energia em sistemas de condicionamento tem crescido muito devido ao baixo desempenho térmico do que vem sendo construído.

Considerando o impacto da geração de energia nas mudanças climáticas e que o desenvolvimento do País vem aumentando constantemente o consumo de energia, é preciso aumentar a eficiência energética nas edificações novas e existentes e pensar em um futuro com edifícios gerando mais energia do que consumindo.

Gargalos

Baixo desempenho térmico dos edifícios construídos.

Baixa eficiência dos sistemas de aquecimento de água baseados em aquecimento solar.

Baixo conhecimento do consumo de energia em uso nas diversas tipologias construtivas.

Baixa capacitação em simulação de consumo de energia de edificações e de edificações naturalmente ventiladas.

Baixos níveis de eficiência energética de equipamentos de condicionamento de ar frente aos níveis internacionais.

Falta de adaptação do conceito de *Zero Energy Buildings* à realidade brasileira.

Elevado custo de geração local de energia.

Não desenvolvimento do conceito de análise de custo de energia no ciclo de vida de edificações.

Desafio 9 – Desenvolver o uso racional e a conservação de água

Uma parcela significativa da água tratada é consumida nos edifícios. Melhorias em projeto, construção e operação (incluindo conscientização dos usuários) são capazes de propiciar grande redução no consumo, independentemente da tipologia de edifício considerada.

O emprego de fontes alternativas em edificações com sistema de gestão adequado, para usos não potáveis, também representa um potencial de redução do consumo de água potável.

Gargalos

Baixa presença da medição individualizada em edifícios multifamiliares.

Ausência de sistemas de gestão de facilidades adequados a pequenos edifícios, em especial da tipologia residencial.

Baixo conhecimento sobre o nível de segurança da operação de sistemas de fontes alternativas de água, tendo em vista a garantia da sua qualidade.

Baixo desempenho do sistema de esgoto sanitário em função da redução das vazões de água pelo emprego de tecnologias poupadoras de água.

Desafio 10 – Desenvolver materiais e componentes ecoeficientes

Existe a necessidade de desenvolver materiais e componentes que tenham um bom desempenho em termos de impacto ambiental, considerando as diferenças regionais.

Gargalos

Falta de consolidação de grupos e implantação de infraestrutura (inventário do ciclo de vida) para suporte à decisão por análise do ciclo de vida.

Baixo nível de utilização de resíduos, inclusive da construção, como matéria prima para a produção de materiais.

Elevado nível de consumo de materiais, pelo baixo nível de oferta de sistemas construtivos leves e de materiais de baixa massa específica.

Ausência de técnicas e metodologias para uso sustentável da madeira.

Baixo conhecimento na área de durabilidade de sistemas construtivos, com exceção do concreto e aço.

Baixo nível de desenvolvimento de técnicas para redução de emissões de gases do efeito estufa em produtos.

Desafio 11 – Aumentar a eco eficiência dos canteiros de obras

As atividades nos canteiros de obras geram muitos resíduos, principalmente nas atividades de caráter tradicional. O problema decorre, principalmente, de projetos inadequados, falhas na gestão da produção e inadequada integração da cadeia de suprimentos.

Gargalos:

Inadequação das práticas de gestão da produção, principalmente no que se refere à logística de canteiros de obras e controle da produção.

Falta de integração da cadeia de suprimentos, envolvendo as cadeias diretas e reversas.

Baixo nível de racionalização das tecnologias de produção visando à redução de seus impactos socioambientais (economia de recursos, diminuição de emissões, melhoria das condições de trabalho, etc.).

Baixo nível de conhecimento sobre os impactos e incômodos causados pelos canteiros de obras.

Desafio 12 – Desenvolver tecnologia de manutenção e reforma (retrofit)

Dada a crescente importância do mercado de manutenção e reforma e da grande quantidade de resíduos por ele gerados, existe a necessidade de introduzir inovações na sua realização.

Gargalos:

Falta de legislações municipais adequadas.

Falta de componentes e soluções técnicas adequadas a manutenção e reformas.

Ausência de protocolos para diagnóstico das características de desempenho relevantes do parque construído existente.

Desafio 13 - Planejar, projetar, construir e operar cidades ambientalmente mais sustentáveis

A população urbana tem crescido no país e as cidades não têm conseguido abrigar de forma adequada esse contingente de pessoas que as procuram em busca de oportunidades de trabalho, serviços e melhor qualidade de vida.

Em futuro próximo, alguns aspectos problemáticos das cidades de hoje se tornarão ainda mais preocupantes como a questão da mobilidade e sua infraestrutura, saneamento e resíduos sólidos, habitação e drenagem. Todas essas questões deverão ser enfrentadas de maneira sistêmica e integrada, incorporando aspectos de sustentabilidade tanto ambiental como econômica e social.

Gargalos:

Insuficiência do nível de conhecimento técnico a respeito das formas de atuação sistêmica e integrada na gestão de nossas cidades.

Equipes técnicas pouco capacitadas e com conhecimento desatualizado.

Inadequação das atuais legislações e normativas urbanísticas para o enfrentamento dos problemas ambientais das cidades brasileiras.

8. Síntese e propostas

As principais ideias trazidas pelo documento são:

- A indústria da construção envolve um amplo espectro de agentes, estando as empresas construtoras e os empreendedores públicos e privados, contratantes que investem seu capital na produção, no seu centro.
- A indústria da construção cumpre um importante papel para o desenvolvimento social, econômico e ambiental do país.
- O país possui boa capacidade instalada em termos de infraestrutura de ciência e tecnologia na área de Tecnologia do Ambiente Construído, confirmada pela existência de uma associação científica consolidada; quase seis mil especialistas na área, sendo que metade possui doutorado (2008); cerca de 40 programas de pós-graduação (mestrado e doutorado) na área.
- Os investimentos federais em pesquisa cresceram significativamente nos últimos dois anos, com foco na área social (saneamento ambiental e habitação), e redes de pesquisa foram constituídas.
- A construção não foi considerada uma das áreas estratégicas para ações de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, estabelecidas pelo Plano de Ação de Ciência Tecnologia e Inovação – PACTI para o quadriênio 2007-2010. Esforços devem ser feitos para reverter a situação para o próximo quadriênio.

- No âmbito dos estados, as fundações de amparo à pesquisa financiam projetos com temas na área de Tecnologia do Ambiente Construído, mas sem que haja elemento integrador ou uma estratégia definida que oriente tais investimentos na área.
- Relatório Final Executivo do Projeto Inovação Tecnológica, conduzido sob a liderança da CBIC, aponta para um distanciamento entre o meio acadêmico e os agentes de produção. Propõe iniciativa que consolide as necessidades das empresas, aproxime as partes e estabeleça canal de comunicação, acompanhamento e difusão das pesquisas.
- Levantamento feito dos programas de pós-graduação da área do ambiente construído, em engenharia civil e em tecnologia da arquitetura e áreas correlatas, mostra a diversidade de centros e uma razoável distribuição destes pelo país e aponta que os temas pesquisados tratam de problemas concretos e são de interesse.
- As linhas de pesquisa presentes no maior número de centros de pós-graduação e cuja produção científica no biênio 2008-2010 foram as mais marcantes são: desenvolvimento sustentável; qualidade do projeto, desempenho e avaliação pós-ocupação; conforto ambiental e eficiência energética; e gestão e economia da construção.
- Análise mais detalhada sobre determinadas linhas de pesquisa mostra que a existência de uma estratégia de condução das pesquisas em cada uma, apoiada por um grupo de trabalho específico abrigado por uma entidade de pesquisadores como a Antac, pode em muito colaborar para a eficiência da aplicação dos recursos em pesquisa.
- Foram propostos 13 desafios para a indústria da construção:

Desafio 1: Contribuir para a inserção social da população de baixa renda por meio da realização de programas integrados;

Desafio 2: Trazer para o mercado formal trabalhadores e pequenas empresas de serviços;

Desafio 3: Melhorar as condições de trabalho nos canteiros de obras;

Desafio 4: Desenvolver sistemas industrializados abertos ;

Desafio 5: Melhorar a qualidade dos empreendimentos de construção ;

Desafio 6 – Consolidar grupos de Pesquisa e sua infraestrutura laboratorial;

Desafio 7 – Criar mecanismos que apoiem a introdução de inovações no mercado;

Desafio 8 – Aumentar a eficiência energética dos edifícios;

Desafio 9 – Desenvolver o uso racional e a conservação de água;

Desafio 10 – Desenvolver materiais e componentes ecoeficientes;

Desafio 11 – Aumentar a ecoeficiência dos canteiros de obras;

Desafio 12 – Desenvolver tecnologia de manutenção e reforma (*retrofit*);

Desafio 13 - Planejar, projetar, construir e operar cidades ambientalmente mais sustentáveis.

Partes dessas constatações já foram apresentadas em fóruns do setor, com destaque para o *Workshop* Integração Universidade-Empresa para a Inovação na Construção, promovido pela CBIC e pela Antac, no âmbito do Projeto Inovação Tecnológica na Construção (PIT), realizado no Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo - SindusCon-SP, em maio 2010. O encontro teve a presença de cerca de 70 convidados.

As propostas do Projeto 7. Ciência e Tecnologia para a Inovação na Construção do PIT precisam ter continuidade no que se refere a:

- Estabelecimento, por parte dos agentes do setor privado e suas empresas, de suas necessidades e prioridades em termos de C,T&I.
- Maior aproximação, de forma sistêmica e integrada e em escala nacional, entre os centros de pesquisa e os agentes do setor privado e suas empresas, com queda dos preconceitos ainda existentes.
- Criação de mecanismos de comunicação e difusão (aperfeiçoamento do Infohab+10 - Centro de Referência e Informação em Habitação, por exemplo).

A consequência mais direta de tudo isso será o estabelecimento de linhas prioritárias de pesquisa. Duas questões se colocam sobre as necessidades de estabelecimento para a área de Tecnologia do Ambiente Construído:

- Uma política de C,T&I, que oriente as ações conduzidas pelas diversas partes envolvidas;
- Mecanismo permanente de recursos para C,T&I via a criação de um Fundo Setorial.

8.1. Estabelecimento de política de C,T&I para a área de Tecnologia do Ambiente Construído

Como foi mostrado, a indústria da construção e a área de Tecnologia do Ambiente Construído são fundamentais ao desenvolvimento econômico do país, ao bem-estar da sua população e à sustentabilidade ambiental. A inovação tecnológica é elemento essencial para o atendimento desses objetivos.

Embora muitas iniciativas venham sendo conduzidas em C,T&I na área, por agentes públicos e privados, nos ambientes acadêmico, empresarial e governamental, não há um alinhamento dessas iniciativas. Tampouco, salvo nos anos recentes, elas vêm sendo contempladas na devida medida pelas ações públicas de fomento a C,T&I.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A falta de uma política consensual da cadeia produtiva de C,T&I para a indústria da construção é a principal causa disso, já que, embora havendo recursos, eles não têm atingido as empresas e os centros de pesquisa dessas iniciativas.

Visando estabelecer prioridades estratégicas para as ações de fomento a C,T&I, propõe-se uma ação para definir uma política setorial que seja expressa por:

- Programas de fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico e à formulação de projetos de C,T&I;
- Temas prioritários para C,T&I na área, em um horizonte de tempo de 10 a 15 anos;
- Diretrizes de apoio à tomada de decisão quanto a investimentos em inovação por parte das empresas e entidades do setor.

Essa iniciativa poderá, eventualmente, levar à criação de fundo setorial específico. Ela deve envolver, obrigatoriamente, academia, poder público e agentes privados, com o comprometimento de todos.

A proposta não deve prejudicar as iniciativas em curso ou a serem propostas (CBIC/PIT, Finep/MCT, MDIC/ABDI, etc.), mas sim ajudar a realizá-las e aprimorá-las.

Propõe-se aproveitar as mobilizações setoriais possibilitadas pelas redes Finep (ver item 4) para realizar seminários específicos para discussão de temas e prioridades de C,T&I, segundo a seguinte organização:

- Subgrupo Concepção (redes Finep “Uso racional de água e eficiência energética em HIS” e “Desenvolvimento de métodos e metodologias para avaliação de desempenho de tecnologias inovadoras no âmbito do Sinat”) – áreas temáticas:
 - Desenvolvimento sustentável, Patologia e durabilidade das construções, Engenharia urbana e gestão habitacional, Conforto ambiental e eficiência energética, Tecnologia de sistemas prediais, Materiais de construção e Qualidade do projeto (produto).
- Subgrupo TIC (rede Finep “Tecnologias da informação e comunicação aplicadas à construção de HIS”) – área temática: Tecnologia da Informação e Comunicação.
- Subgrupo Execução (redes Finep “Desenvolvimento de um sistema integrador (*software*) para projeto e execução de sistemas construtivos em alvenaria coordenada modularmente” e “Tecnologias para Canteiro de obras sustentável de HIS”) – áreas temáticas:
 - Gestão e economia da construção, Inovação tecnológica, Sistemas e processos construtivos e Qualidade do projeto (processo).

- Subgrupo Uso e operação (redes Finep “Uso racional de água e eficiência energética em HIS” e “Desenvolvimento de métodos e metodologias para avaliação de desempenho de tecnologias inovadoras no âmbito do Sinat”) – áreas temáticas:
 - Conforto ambiental e eficiência energética, Sistemas prediais e Desempenho e Avaliação pós-ocupação.

Somente após as discussões possibilitadas pelos seminários é que se passará à formulação de proposta de estratégia para a consolidação de uma política de C,T&I na área de Tecnologia do Ambiente Construído.

É fundamental pensar-se na criação de mecanismo de acompanhamento e difusão das pesquisas.

8.2. Estabelecimento de mecanismo permanente de recursos para C,T&I via a criação de um Fundo Setorial de C&T para a área de Tecnologia do Ambiente Construído

Segundo o site do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT:

“Os Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, criados a partir de 1999, são instrumentos de financiamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação no País. Há 16 Fundos Setoriais, sendo 14 relativos a setores específicos e dois transversais. Destes, um é voltado à interação universidade-empresa (FVA – Fundo Verde-Amarelo), enquanto o outro é destinado a apoiar a melhoria da infraestrutura de ICTs (Infraestrutura).

As receitas dos Fundos são oriundas de contribuições incidentes sobre o resultado da exploração de recursos naturais pertencentes à União, parcelas do Imposto sobre Produtos Industrializados de certos setores e de Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (CIDE) incidente sobre os valores que remuneram o uso ou aquisição de conhecimentos tecnológicos/transferência de tecnologia do exterior.

Com exceção do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (FUNTTEL), gerido pelo Ministério das Comunicações, os recursos dos demais Fundos são alocados no FNDCT e administrados pela FINEP, como sua Secretaria Executiva. Os Fundos Setoriais foram criados na perspectiva de serem fontes complementares de recursos para financiar o desenvolvimento de setores estratégicos para o País. (...)

Desde sua implementação nos anos recentes, os Fundos Setoriais têm se constituído no principal instrumento do Governo Federal para alavancar o sistema de C,T&I do País. Eles têm possibilitado a implantação de milhares de novos projetos em ICTs, que objetivam não somente a geração de conhecimento, mas também sua transferência para empresas. Projetos em parceria têm estimulado maior investimento em inovação tecnológica por parte das empresas, contribuindo para

48

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

melhorar seus produtos e processos e também equilibrar a relação entre investimentos públicos e privados em ciência e tecnologia.”⁴

A Tabela 1 mostra a diversidade de Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia do MCT, classificados pelos valores empenhados de Janeiro a Dezembro de 2010.

Fundos	Valores empenhados de Janeiro a Dezembro de 2010 (R\$)
Ação transversal	738.740.067
CT-Infra	395.932.704
CT-Verde-Amarelo (Programa de Inovação para Competitividade)	296.937.845
CT-Verde-Amarelo (Universidade Empresa)	119.350.982
CT-Petro	118.995.749
CT-Saúde	87.087.466
CT-Agronegócio	83.823.537
CT-Energia	66.924.758
CT-Hidro	39.754.920
CT-Biotecnologia	35.785.708
CT-Informática	35.084.732
CT-Aeronáutico	31.871.517
CT-Aquaviário	31.444.095
CT-Mineral	11.934.379
CT-Amazônia	11.923.587
CT-Espacial	3.904.495
CT-Transporte	12.560
Subvenções Econômicas	526.392.031
Recursos sob a supervisão do FNDCT	406.500.000
TOTAL	3.042.401.130

Tabela 1: Valores empenhados dos Fundos Setoriais - Janeiro a Dezembro de 2010
(Fonte: Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal – SIAFI).

⁴ Disponível em: <http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/fundos_setoriais_ini.asp?codSessaoFundos=1>. Acesso em: 8 março 2011.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Percebe-se que setores menos significativos do ponto de vista econômico e social que a construção possuem seu fundo específico, sendo que nem todos são fortemente dependentes de inovações tecnológicas para serem competitivos.

Analisando-se os valores de recursos da Tabela 1, percebe-se que, dentre os cinco fundos com maiores valores de recursos empenhados em 2010, os quatro primeiros têm natureza genérica, e o quinto é voltado à indústria do petróleo. Note-se também que os dois maiores Fundos - Ação Transversal e CT-Infra – têm seus recursos provenientes dos demais fundos:

“Definidas em julho de 2004 pelo Comitê de Coordenação dos Fundos Setoriais, as Ações Transversais são programas estratégicos do MCT que têm ênfase na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) do Governo Federal e utilizam recursos de diversos Fundos Setoriais simultaneamente. Foi decidido que cada Fundo contribuirá com 50% dos seus recursos para essas Ações.”⁵

É desse Fundo que vieram os recursos dos dois últimos editais da Finep para as áreas de Saneamento Ambiental e Habitação.

“Criado para viabilizar a modernização e ampliação da infraestrutura e dos serviços de apoio à pesquisa desenvolvida em instituições públicas de ensino superior e de pesquisas brasileiras, por meio de criação e reforma de laboratórios e compra de equipamentos, por exemplo, entre outras ações.”⁶

Os demais fundos, a exceção de três, tiveram recursos empenhados em 2010 abaixo de R\$ 40 milhões. Ou seja, apenas quatro fundos, incluindo o do petróleo, tiveram recursos empenhados em 2010 acima desse valor.

Esse montante é menos do que o necessário anualmente à indústria da construção para investimentos em C,T&I em todas as áreas, e não apenas nas relacionadas aos temas saneamento e habitação, avaliado em R\$ 100 milhões.

O quadro 3 traz as fontes de financiamentos dos Fundos Setoriais. Para que tenha recursos, um fundo semelhante para a construção (“CT-Construção”) deve propor uma fonte que lhe assegure os recursos que necessita.

⁵ Disponível em:

http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/acao_transversal/acao_transversal_ini.asp?codFundo=17. Acesso em: 8 março 2011.

⁶ Disponível em: <http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/ct_infra/ct_infra_ini.asp?codFundo=2>. Acesso em: 8 março 2011.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Quadro 3: Fontes de financiamentos dos Fundos Setoriais (Fonte: <http://www.finep.gov.br/fundos_setoriais/fundos_setoriais_ini.asp?codSessaoFundos=1>; acesso em 8 março 2011).

Fundos	Fontes de financiamentos
Ação transversal	50% dos recursos destinados a cada Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
CT-Infra	20% dos recursos destinados a cada Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
CT-Verde-Amarelo	50% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, <i>royalties</i> , serviços técnicos especializados ou profissionais; 43% da receita estimada do IPI incidente sobre os bens e produtos beneficiados pelos incentivos fiscais da Lei de Informática.
CT-Petro	25% da parcela do valor dos <i>royalties</i> que exceder a 5% da produção de petróleo e gás natural.
CT-Saúde	17,5% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, <i>royalties</i> , serviços técnicos especializados ou profissionais instituída pela Lei nº 10.168, de 29/12/2000.
CT-Agronegócio	17,5% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, <i>royalties</i> , serviços técnicos especializados ou profissionais.
CT-Energia	0,75% a 1% sobre o faturamento líquido de empresas concessionárias de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.
CT-Hidro	4% da compensação financeira atualmente recolhida pelas empresas geradoras de energia elétrica (equivalente a 6% do valor da produção de geração de energia elétrica).
CT-Biotecnologia	7,5% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, <i>royalties</i> , serviços técnicos especializados ou profissionais.
CT-Informática	As empresas de desenvolvimento ou produção de bens e serviços de informática e automação que recebem incentivos fiscais da Lei de Informática deverão repassar no mínimo 0,5% de seu faturamento bruto.
CT-Aeronáutico	7,5% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - CIDE, cuja arrecadação advém da incidência de alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao exterior para pagamento de assistência técnica, <i>royalties</i> , serviços técnicos especializados ou profissionais instituída pela Lei nº 10.168, de 29/12/2000.
CT-Aquaviário	3% da parcela do produto da arrecadação do Adicional ao Frete para a Renovação da Marinha Mercante (AFRMM) que cabe ao Fundo da Marinha Mercante (FMM).

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Fundos	Fontes de financiamentos
CT-Mineral	2% da Compensação Financeira do Setor Mineral (CFEM) devida pelas empresas detentoras de direitos minerários.
CT-Amazônia	Mínimo de 0,5% do faturamento bruto das empresas que tenham como finalidade a produção de bens e serviços de informática industrializados na Zona Franca de Manaus.
CT-Espacial	25% das receitas de utilização de posições orbitais; 25% das receitas auferidas pela União relativas a lançamentos; 25% das receitas auferidas pela União relativas à comercialização dos dados e imagens obtidos por meio de rastreamento, telemedidas e controle de foguetes e satélites; e o total da receita auferida pela Agência Espacial Brasileira (AEB), decorrente da concessão de licenças e autorizações.
CT-Transporte	10% da receita arrecadada pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER - em contratos firmados com operadoras de telefonia, empresas de comunicações e similares, que utilizem a infraestrutura de serviços de transporte terrestre da União.

Uma alternativa pode ser vinculá-lo ao volume de financiamento concedido pela Caixa Econômica Federal e pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para o setor. Nesse caso, a alíquota de recolhimento poderia ser calculada em função de uma série histórica de valores concedidos de financiamentos (de 10 anos, por exemplo, em valores corrigidos) e do montante anual médio desejado de recursos (R\$ 100 milhões)⁷.

Há, porém, que se pensar se não é mais conveniente continuar buscando recursos no Fundo Ação transversal em volumes maiores e com uma demanda baseada na política setorial de C,T&I previamente definida. O inconveniente é que o fundo não é apenas voltado para a construção. Ao contrário, esta não se adéqua perfeitamente ao seu escopo, o que traz riscos, já que o fundo tem ênfase na Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) do governo federal.

Independentemente da existência ou não de fundo específico, recursos tendo como fonte o CT-Infra devem permanentemente ser buscados pelas instituições de pesquisa do setor.

Outro ponto importante é a definição da composição do comitê gestor do possível Fundo “CT-Construção”. Alguns exemplos de composição são:

- CT-Energia – representantes do: MCT, FINEP, CNPq, MME, ANEEL, UFAM, Comunidade Científica - Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, Abrade e Eletronorte.⁸

⁷ Poderiam ser excluídos do cálculo os financiamentos concedidos à Habitação de Interesse Social, para evitar-se a oneração dos recursos envolvidos ou sobre eles vir a incidir uma alíquota menor. A opção por uma dessas alternativas não significará a exclusão da área como foco das ações de C,T&I.

⁸ Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/303479.html>>. Acesso em: 8 março 2011.

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

- CT-Agronegócio – representantes do: MCT, FINEP, CNPq, MAPA, MDIC, UFLA, Embrapa/Cenargen e Conaseleite/PR.⁹
- CT-Hidro – representantes do: MCT, FINEP, CNPq, MME, MMA, ANA, IIE e CNRH.¹⁰
- CT-Transportes – representantes do: MCT, FINEP, CNPq, MT, ANTT, UFPE, PUC-RJ, ANEOR e FIEPE.¹¹

Observa-se que há representação das instituições diretamente envolvidas – MCT (presidência do CT), FINEP e CNPq – de outros ministérios intervenientes em cada tema – MME, MAPA, MDIC, MMA e MT, nos exemplos -, de agências reguladoras, se pertinente – ANEEL, ANA e ANTT, nos exemplos -, de instituições públicas de ensino e pesquisa – UFAM, Laboratório Nacional de Luz Síncrotron, UFLA, UFPE e PUC-RJ, nos exemplos -, e entidades setoriais ou grandes empresas públicas da área – Abrade, Eletronorte, Embrapa/Cenargen, Conaseleite/PR, IIE, CNRH, ANEOR e FIEPE.

Uma possível composição do comitê gestor do possível Fundo “CT-Construção” é:

- Representantes do MCT, FINEP e do CNPq;
- Representantes do Ministério das Cidades e do MDIC;
- Representantes da Caixa e do BNDES;
- Representantes da CBIC, da Abrammat e do Sinaenco - Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva;
- Representantes da Antac, da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional - Anpur e de um centro de pesquisa ligado a instituição pública, indicado em esquema de rodízio.

9. Referências bibliográficas

ABRAMAT (Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção) e FGV (Fundação Getúlio Vargas). Perfil da Cadeia Produtiva da Construção e da Indústria de Materiais e Equipamentos. São Paulo, 2010.

ANTAC. Plano estratégico para ciência, tecnologia e inovação na área de Tecnologia do Ambiente Construído, com ênfase na Construção Habitacional”. ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, FINEP-MCT, MDIC, 2002, 28 p.

⁹ Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/303471.html>>. Acesso em: 8 março 2011.

¹⁰ Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/303481.html>>. Acesso em: 8 março 2011.

¹¹ Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/303481.html>>. Acesso em: 8 março 2011. 53

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) & NGI Consultoria. Projeto Inovação Tecnológica, Relatório Final Executivo, março de 2009.

CNI (Confederação Nacional da Indústria). Mapa Estratégico da Indústria (2007-2015). Brasília, 2007.

EPUSP (Escola Politécnica da USP) & MDIC (Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior). Estudo prospectivo da cadeia produtiva da construção civil: produção e comercialização de unidades habitacionais. Brasília, 2003.

FIESP. Proposta de política industrial para a construção civil – Edificações. Caderno 1. São Paulo: FIESP, MDIC, ABDI, SindusCon-SP. Departamento da Indústria da Construção – DECONCIC, outubro de 2008. 168 p.

FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos). Habitare: Resultados de Impacto 1995-2007. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em http://www.habitare.org.br/doc/divulgacao/relatorio_1995-2007.pdf

IBGE. Pesquisa de inovação tecnológica 2005. Brasília, 2005.

IBGE. Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) 2006. Brasília, 2006. Vol. 16.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Déficit habitacional no Brasil 2007. Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação. 2009. 129p.

MCT. Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Relatório de Gestão do FNDCT / Fundos Setoriais 2007-2009. Brasília: MCT, 2010.

NGI (Núcleo de Gestão e Inovação) & NORIE-UFRGS (Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Conceituação da Cadeia Produtiva da Construção Civil. São Paulo, 2006

PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat). Sistema Nacional de Aprovações Técnicas. Disponível em <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/>

UNEP. Buildings and Climate Change. Status, Challenges and Opportunities. Paris: United Nations Environment Programme, 2007.

Porto Alegre, 29 de julho de 2011.

(Atualizado em 27 de setembro de 2011)

Coordenação: Francisco Ferreira Cardoso – USP-EP e Antac

ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Av. Osvaldo Aranha, 99 – 3º andar – Porto Alegre/RS

Fone: (51) 3308-4084 - Fax: (51) 3308-4054⁵⁴

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diretorias da Antac responsáveis pelo documento:

Biênio 2008-2010:

Francisco Ferreira Cardoso (EP-USP) - Presidente – Coordenador do Projeto

Carlos Torres Formoso (UFRGS) - Vice-presidente

Andrea Naguissa Yuba (UFMS) - Diretora Administrativa

Ercília Hitomi Hirota (UEL) - Diretora Financeira

Lucila Chebel Labaki (Unicamp) - Diretora de Relações Interinstitucionais

Sheila Walbe Ornstein (FAU-USP) - Diretora de Divulgação

Biênio 2010-2012:

Lucila Chebel Labaki (Unicamp) - Presidente

Francisco Ferreira Cardoso (EP-USP) - Vice-presidente – Coordenador do Projeto

Luis Carlos Bonin (UFRGS) - Diretor Financeiro

Washington Almeida Moura (UEFS) - Diretor Administrativo

Márcio Minto Fabrício (EESC-USP) - Diretor de Relações Interinstitucionais

Andrea Naguissa Yuba (UFMS) - Diretora de Divulgação

Gestão CBIC:

Paulo Safady Simão – Presidente

José Carlos Martins – Vice Presidente

Maurício Linn Bianchi – Coordenador Geral do PIT e Vice Presidente do Sinduscon-SP

Geórgia Grace Bernardes – Assessora Técnica

Alessandra Beine – Assessora da COMAT

Carlos Ely – Assessor de Comunicação

Apêndice

Participaram da redação desse documento:

- Na caracterização da indústria da construção civil e da infraestrutura existente para produção de Ciência, Tecnologia e Inovação relacionadas à indústria da construção e no estabelecimento do conjunto de desafios a serem enfrentados pela indústria da construção e de seus principais gargalos: Alex K. Abiko – USP-EP; Carlos T. Formoso – UFRGS, Francisco Ferreira Cardoso – USP-EP, Maria Salette Carvalho Weber – Ministério das Cidades, Roberto Lamberts – UFSC e Vanderley M. John – USP-EP.
- Na identificação dos principais centros de pós-graduação da área do ambiente construído no País, com suas principais linhas de pesquisa: Andrea Naguissa Yuba – UFMS, Ercília Hitomi Hirota – UEL e Francisco Ferreira Cardoso – USP-EP (diretores da Antac da Gestão 2008-2010).
- No levantamento, para as linhas de pesquisa selecionadas, dos principais centros de pesquisa da área temática, das linhas de pesquisa tratadas em cada um e das perspectivas e principais desafios para cada área nos próximos cinco anos, os nomes do Quadro 4.

Quadro 4: Responsáveis pelos GT da Antac que forneceram as informações sobre as linhas de pesquisa analisadas (maio de 2010).

Argamassa - coordenadora do GT: Marienne Costa - UFPR
Conforto ambiental e eficiência energética - coordenador do GT: Enedir Ghisi – UFSC e Lucila Chebel Labaki – Unicamp
Desenvolvimento sustentável - coordenador do GT: Miguel Sattler - UFRGS
Durabilidade - coordenadora do GT: Maryangela Geimba de Lima - ITA
Gestão e economia da construção - coordenador do GT: Ariovaldo D. Granja - Unicamp
Engenharia urbana e gestão habitacional - coordenador do GT: Alex K. Abiko – USP-EP
Qualidade do Projeto - coordenadores do GT: Doris Kowaltowski – Unicamp & Márcio Minto Fabrício – USP-SC
Reaproveitamento de resíduos na construção - coordenador do GT: Claudio de Souza Kazmierczak - Unisinos
Sistemas prediais - coordenador do GT: Simar Vieira de Amorim - UFSCar
Tecnologias e processos construtivos - Guilherme Aris Parsekian - UFSCar

56

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Tecnologia da Informação e Comunicação - coordenador do GT: Eduardo Toledo Santos – USP-EP

- Na elaboração das propostas, os diretores da Antac da Gestão 2010-2012: Andrea Naguissa Yuba – UFMS, Francisco Ferreira Cardoso – USP-EP, Lucila Chebel Labaki – Unicamp, Luis Carlos Bonin – UFRGS, Márcio Minto Fabrício - USP-SC e Washington Almeida Moura – UEFS.

Anexo - Instituições de ensino e pesquisa citadas

Instituições de ensino e pesquisa citadas	
FURG	Universidade Federal do Rio Grande
Furnas	Eletrobrás Furnas
IFPB	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba
IFPR	Instituto Federal do Paraná
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
ITA	Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Mackenzie	Universidade Presbiteriana Mackenzie
PUC-C	Pontifícia Universidade Católica de Campinas
PUC-RJ	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UEL	Universidade Estadual de Londrina
UEM	Universidade Estadual de Maringá
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFG	Universidade Federal de Goiás
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
UFLA	Universidade Federal de Lavras
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFMT	Universidade Federal do Mato Grosso
UFMS	Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

ESTRATÉGIAS PARA A FORMULAÇÃO DE POLÍTICA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Instituições de ensino e pesquisa citadas

UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFPEl	Universidade Federal de Pelotas
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
UnB	Universidade de Brasília
UNESP-B	Universidade Estadual Paulista de Bauru
UNESP-RC	Universidade Estadual Paulista de Rio Claro
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
Unicap	Universidade Católica de Pernambuco
Unisinos	Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Unochapecó	Universidade Comunitária da Região de Chapecó
UPE	Universidade do Estado de Pernambuco
UPF	Universidade de Passo Fundo
USP-EP	Universidade de São Paulo – Escola Politécnica
USP-FAU	Universidade de São Paulo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
USP-SC	Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná