

Influências sobre a penetrabilidade de inovações no setor da construção do Brasil

Influences on the penetrability of innovations in the construction sector of Brazil

Eduardo M. Escobar Filho, arquiteto (USP)

eduardo.escobar.f@gmail.com

Resumo

O Setor da Construção possui importância econômica, social e ambiental no cenário brasileiro, também é o setor responsável por dar uma resposta aos atuais déficits habitacionais e de infraestrutura. Apesar disso, apresenta baixos índices de produtividade se comparados com outras indústrias e outros países mais desenvolvidos. Algumas características próprias desta indústria criam um cenário que dificulta seu desenvolvimento tecnológico e a implementação de inovações. Sua complexidade, sua organização em demandas específicas e sazonais, o alto valor de seus produtos, sua baixa repetibilidade, a longa vida útil de seus produtos e os associados altos riscos jurídicos, além da falta de incentivos fiscais voltados à inovação e da alta oferta de mão-de-obra barata e desqualificada no Brasil atualmente são alguns destes fatores que contribuem para uma alta inércia estática desta indústria. Medidas como a desburocratização do setor, a criação de centros de formação profissional e incentivos fiscais às inovações são algumas das medidas que poderiam alavancar progressivamente e a longo prazo o desempenho da construção no Brasil através da implementação pulverizada de inovações.

Palavras-chave: Inovação; Construção; Desenvolvimento Tecnológico

Abstract

The Construction Sector has economic, social and environmental importance in the Brazilian scenario, it is also the sector responsible for responding to the current housing and infrastructure deficits. Despite this, it has low productivity rates compared to other industries and other more developed countries. Some characteristics of this industry create a scenario that hinders its technological development and the implementation of innovations. Its complexity, its organization in specific and seasonal demands, the high value of its products, its low repeatability, the long lifetime of its products and the associated high legal risks, besides the lack of fiscal incentives focused on innovation and the high supply of cheap and disqualified labor in Brazil are currently some of these factors that contribute to a high static inertia of this industry. Actions such as the de-bureaucratization of the sector, the creation of vocational training centers and fiscal incentives for

innovations are some of the actions that could progressively and in the long term leverage the performance of construction in Brazil through the implementation of innovations.

Keywords: Innovation; Construction; Technological Development

1. Introdução

O setor da construção civil no Brasil possui forte relevância econômica, ambiental e social, o que configura naturalmente um polo atrativo para incorporação de inovações. Apesar disso, notam-se baixos níveis evolutivos de tecnologia aplicada, se comparado a outros setores industriais (Figura 1). Nota-se que há inovações implementadas em sub-setores da construção, como nas indústrias de materiais de construção, entretanto o desempenho da indústria como um todo se mantém em níveis insatisfatórios. De acordo com Nascimento e Santos (2003): “apesar das mudanças ocorridas nas últimas décadas, o setor não conseguiu se igualar ao nível de eficiência, produtividade e qualidade de outros setores da indústria”, tampouco chegar próximo a níveis de produtividade de países mais desenvolvidos, como mostram as figuras 1 e 2:

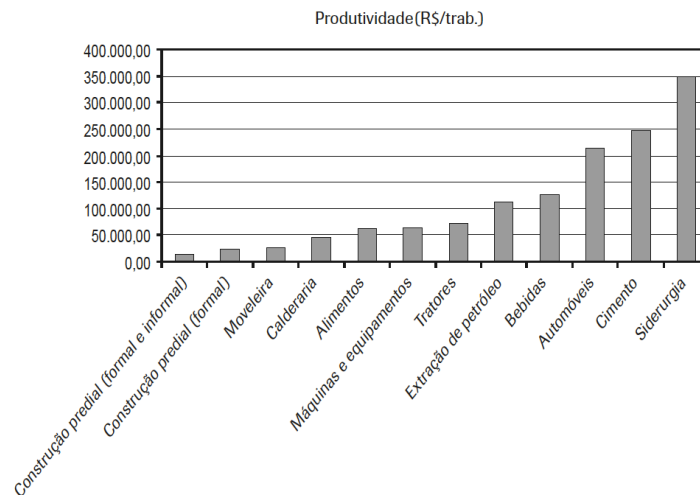


Figura 1 - comparação entre produtividades de indústrias brasileiras. Fonte: Mello e Amorim (2009)

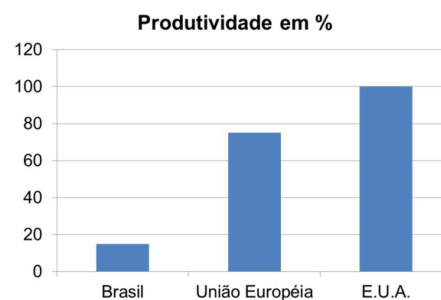


Figura 2 - Gráfico comparativo de diferenças entre a produtividade na indústria da construção civil brasileira, europeia e nos E.U.A. – fonte Vivan (2016)

De acordo com o Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais (IPRI - 2017), o Brasil é a 9ª maior economia do mundo, ficando atrás dos Estados Unidos, China, Japão,

Alemanha, Reino Unido, França, Índia e Itália. Seu PIB no ano de 2016 foi de R\$ 6,267 trilhões (IBGE -2016), sendo a participação da construção civil neste PIB de 4,67% do total, cerca de R\$ 293 bilhões de reais ao ano. Segundo a CNI (Confederação Nacional da Indústria, 2015), a construção é o setor mais representativo da indústria brasileira em todos os estados. Constata-se que a construção gera um produto "*per capita*" de R\$ 1.430 por cidadão brasileiro, caso seu PIB fosse igualmente dividido pela população.

Além da relevância econômica, com relação à participação da construção civil nos impactos gerados ao meio ambiente pelo homem, de acordo com Benite (2011): "A construção civil é reconhecida como uma das atividades de maior pegada ecológica em nosso planeta. Segundo dados das Nações Unidas, a construção consome 40% de toda energia, extrai 30% do meio natural, gera 25% dos resíduos sólidos, consome 25% da água e ocupa 12% das terras. Infelizmente, a construção também não fica atrás quando se trata de emissões atmosféricas, respondendo por 1/3 do total de emissões de gases de efeito estufa". Tais impactos são observados ao longo de todo o ciclo de vida da construção: concepção, produção, uso e demolição.

De acordo com Walter Cover (2016), presidente da ABRAMAT (Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção), citado pelo o Planalto da República, toda a estrutura da construção emprega cerca de 13 milhões de pessoas, considerando empregos formais, informais, diretos e indiretos. De acordo com o IBGE (2016), em fevereiro de 2016 o Brasil possuía 24,5 milhões de pessoas economicamente ativas. Observa-se, portanto, que aproximadamente 50% da PEA (População Economicamente Ativa) estão direta ou indiretamente, formal ou informalmente, ligados à ampla cadeia da construção civil, comprovando seu relevante papel social como gerador de empregos.

Segundo Filha, Costa e Rocha (2010): "o desenvolvimento desse setor é crucial para o Brasil superar seus déficits históricos qualitativos e quantitativos. Precisam ser construídas 6,4 milhões de novas moradias em áreas urbanas do país, existem mais de 1,5 milhão de habitações consideradas precárias e estima-se que cerca de 31,2% dos domicílios urbanos têm alguma carência de infraestrutura". Há necessidade urgente de acelerar investimentos em construção civil, não só em face do elevado déficit habitacional no país, mas também para superar a grande deficiência em infraestrutura. Os autores definem as inovações na construção civil, como:

1. As que agregam características de desempenho aos edifícios: são inovações que não necessariamente agregam mudanças no processo produtivo, mas trazem novas características que melhoram o comportamento em uso da edificação para o usuário, pela ótica de requisitos de desempenho (térmico, estrutural, impacto ambiental etc.).
2. As que afetam o processo produtivo: são inovações decorrentes de materiais, componentes ou subsistemas construtivos inovadores que revolucionam ou produzem mudanças incrementais no processo de produção, implicando aumento de produtividade, qualidade, segurança no trabalho ou mais de um desses fatores. Podem ser também na forma de fornecimento de materiais, componentes e serviços ou ainda de introdução de equipamentos e ferramentas.
3. As que afetam os processos internos das empresas ligados não só ao produto, mas processos administrativos, de atendimento ao cliente etc.: em geral são

provenientes da implantação de softwares, de arranjos de trabalho com fornecedores, envolvendo novas formas de prestação de serviços; e

4. As que afetam a promoção do produto e sua colocação no mercado: inovações de marketing, que envolvem uso de sistemas via web para visualização de produtos, personalização de apartamentos, softwares para visualização de especificações, projetos etc.

Um setor de grande participação econômica, social e impacto ambiental, pressupõe-se que atraia naturalmente esforços inovativos. A inovação em qualquer setor, além de obviamente assumir a implementação de algo novo, presume-se também que traz consigo algum ganho de desempenho ou melhoria, seja qual for o âmbito do benefício gerado, por exemplo: redução de custo, diminuição no consumo de matéria-prima, menor dependência da mão-de-obra, diminuição na produção de resíduos, maior rapidez produtiva, entre inúmeros exemplos. Sendo assim, se a inovação traz benefícios, por que sua penetração e impactos na construção se dá de forma dificultada ou pouco perceptível?

2. Objetivos

Este artigo busca caracterizar o setor da construção, com maior enfoque no subsetor de edificações e compreender quais as suas principais características inerentes que influenciam sobre a adoção de inovações e consequente melhoria de produtos, processos, organizacionais e de marketing. Como resultado objetiva-se elencar, concentrar e inter-relacionar estas características e, ao fim, sugerir medidas que incentivariam o desenvolvimento tecnológico da construção no Brasil através da implementação de inovações

3. Metodologia

Através da revisão bibliográfica, buscou-se características do setor e sugestões de autores para a promoção do desenvolvimento tecnológico, melhora de desempenho produtivo e redução da pegada ecológica da Construção Civil. Estas características e sugestões foram organizadas em forma de texto explicativo e ao fim, como produto, foram organizadas de forma sintetizada e resumida tanto características do setor, como sugestões de medidas incentivadoras.

4. Caracterização da Construção Civil

A construção civil é um ramo industrial de alta complexidade, que abrange uma grande variedade de tipos diferentes de etapas produtivas e diferentes produtos finais. De acordo com Abiko et al. (2005): “A construção civil é dividida em dois segmentos principais. O primeiro, edificações, é composto por obras habitacionais, comerciais, industriais, sociais (escolas, hospitais etc.) e destinadas a atividades culturais, esportivas e de lazer (quadras,

piscinas etc.). O segundo, construção pesada, agrupa vias de transporte e obras de saneamento, de irrigação, drenagem, de geração e transmissão de energia, de sistemas de comunicação e de infraestrutura de forma geral”. Além destes, pode-se citar o amplo subsetor de materiais de construção. Importante notar que tanto a obra de uma hidroelétrica, quanto a de uma residência (obras de dimensões completamente diferentes), compõem o que se considera unicamente como o Setor da Construção. De acordo com Mello e Amorim (2009): “A Indústria da Construção Civil é composta por uma complexa cadeia produtiva que abrange setores industriais diversos, tais como: mineração, siderurgia do aço, metalurgia do alumínio e do cobre, vidro, cerâmica, madeira, plásticos, equipamentos elétricos e mecânicos, fios e cabos e diversos prestadores de serviços, como escritórios de projetos arquitetônicos, serviços de engenharia, empreiteiros etc. A Construção Civil é integrada por uma série de atividades com diferentes graus de complexidade, ligadas entre si por uma vasta diversificação de produtos, com processos tecnológicos variados, vinculando-se a diferentes tipos de demanda. Ela abriga desde indústrias de tecnologia de ponta e capital intensivo, como cimento, siderurgia, química, até milhares de microempresas de serviços, a maior parte com baixo conteúdo tecnológico. Pode-se afirmar que uma das características marcantes do setor da Construção Civil é a sua heterogeneidade”.

O Setor da Construção é composto por uma enorme variedade de tarefas transformadoras de inúmeras naturezas, que se somam para um resultado comum de longo prazo, alto valor e de demanda específica. De acordo com Koskela (1992), a construção é vista e estruturada como uma sequência de atividades de transformação, agregadoras de valor. A execução de uma casa, pode ser de modo geral dividida em etapas executivas como, por exemplo: preparação do terreno, fundações, estrutura, vedações, instalações e acabamentos. Cada uma destas etapas pode ainda ser subdividida em subtarefas, como a estrutura em concreto armado, por exemplo, que pode ser dividida em: confecção de fôrmas, corte e dobra de armações, montagem, fechamento de fôrma, concretagem, cura do concreto, retirada das fôrmas e limpeza da estrutura. Por sua vez, cada subetapa possui diferentes alternativas executivas disponíveis no mercado, fazendo com que o que é chamado unicamente de Setor da Construção, seja na verdade uma composição complexa de atividades transformadoras. Em outras palavras, pode-se dizer que o resultado do desempenho final da construção sofre influência de diversos outros setores industriais. De acordo com Filha, Costa e Rocha (2010): “Essas características da cadeia da construção civil trazem grande complexidade, uma vez que ela movimentam amplo conjunto de atividades, que têm impactos em outras cadeias produtivas”. E complementam: “o processo construtivo é composto de uma ampla gama de etapas e sistemas distintos, cujas interações não são tão facilmente delimitadas e compreendidas, o que pode dificultar a introdução e o desenvolvimento de inovações”.

Devido à grande complexidade do setor, muitas inovações são implementadas em subetapas construtivas e possuem praticamente irrelevante impacto no setor como um todo, devido às suas proporções. O mesmo é influenciado na medida em que centenas de inovações menores são adotadas gradativamente em subetapas construtivas ou dentro da cadeia produtiva da construção, caracterizando-se desta forma como um setor de grande inércia, cujas mudanças de desempenho devem ser esperadas a longo prazo, de forma pulverizada, gradual e cumulativa. Não se deve esperar por uma solução inovadora que alterará o desempenho do setor como um todo. Um exemplo de inovação impactante em

todo o setor foi o Cimento Portland, que apesar de envolver o desenvolvimento de apenas um novo produto, influenciou no desempenho de todo o setor. A adoção do Cimento Portland foi capaz de influenciar obras de todas as naturezas, tanto de edifícios como de infraestrutura. Portanto, se configurou como uma inovação tecnológica capaz de alterar os dados de desempenho do setor como um todo, uma raridade. Atualmente o concreto é o segundo material mais consumido no planeta, atrás da água. Não se pode assumir que apenas inovações com impactos deste porte sejam consideradas inovações no Setor da Construção. Sendo assim, a análise sobre o desempenho de novas soluções não deveria ser mensurada levando-se em conta o desempenho da construção como um todo, mas sim em escalas menores, caso contrário concluir-se-ia que a maior parte das inovações não produzem efeitos verdadeiros sobre o desempenho do setor. Porém, é justamente a ação conjunta de inovações menores que possui maior probabilidade de alterar gradativamente os dados de uma indústria com estas características. Nesta reflexão cabe a seguinte pergunta: o setor da construção é pouco inovador, ou ele é tão grande e complexo que as inovações implementadas nas suas inúmeras indústrias envolvidas surtem pouco efeito sobre o desempenho do produto final, a construção de fato? Ou ainda: falhas de gestão das construtoras não poderiam mascarar os resultados das inovações implementadas nas indústrias da ampla cadeia da construção?

Outro aspecto importante inerente à construção é sua característica de pouca repetibilidade. Vergna (2007) lembra que o setor difere dos demais, dado que seus outputs são projetos únicos e há uma significativa complexidade de relacionamentos ao longo da cadeia produtiva. Pode-se dizer que cada obra é protótipo de si mesma, mesmo em casos de grandes conjuntos habitacionais, com repetição massiva de edifícios, ainda há fatores que alteram inevitavelmente de uma unidade executada para outra, como as características do terreno, as condições climáticas, a mão-de-obra empregada e as variações do momento no mercado, por exemplo. Desta forma, a experimentação de uma nova tecnologia é prejudicada, já que não será produzida outra unidade nas mesmas condições de controle para se avaliar com clareza, seus reais impactos, o que desencoraja a adoção de novas alternativas, haja vista a dificuldade em mensurar seu desempenho. Segundo Toledo, Abreu e Jungles (2000): “A experimentação é pouco provável na indústria da construção. Não é possível substituir um produto (edifício) se ele não é satisfatório. A escolha de técnicas e procedimentos construtivos adequados sofrem grande influência do ambiente, quer devido aos materiais disponíveis, quer devido à qualidade e hábitos dos trabalhadores”, e complementam: “um projeto é único, com raras possibilidades de repetição. Além disso, uma mesma empresa construtora poderá executar diversos projetos: edifícios, pontes, estradas... que podem ser extremamente distintos. Nestes casos, existem poucas evidências de economia de escala e efeitos de aprendizagem”.

Esta visão, entretanto, depende da forma como se encara o produto. Se um produto único pode ser constituído de partes iguais, que se repetem várias vezes em outros produtos únicos, então, a oportunidade de padronização e de repetição está na porção menor, ou seja, nas estruturas, nas alvenarias, nos componentes do sistema construtivo e no processo que deverá ser repetido várias vezes. Pode-se então dizer que o potencial de racionalização, padronização e industrialização não está de fato nos produtos da construção (edifícios, pontes, estradas...), mas sim em suas subetapas e setores produtivos. Pegando-se como exemplo as alvenarias, é mais fácil racionalizar a produção industrial de blocos, que a execução das paredes nas obras, assim como é mais fácil racionalizar a execução das

paredes, que a produção de edifícios, exatamente pelo aumento da complexidade de atividades envolvidas e na diminuição da capacidade de controle das influências sobre o desempenho final.

Considera-se que em geral a construção civil fabrica produtos sob medida. Os produtos sob medida são bens ou serviços desenvolvidos para um cliente em específico. Como o sistema produtivo espera a manifestação dos clientes para definir os produtos, estes não são produzidos para estoque e os lotes normalmente são unitários. Devido ao fato do prazo de entrega ser um fator determinante no atendimento ao cliente, os sistemas que trabalham sob encomenda possuem normalmente grande capacidade ociosa, e dificuldade em padronizar os métodos de trabalho e os recursos produtivos, gerando produtos mais caros do que os padronizados. A automação dos processos é menos aplicável visto que a quantidade produzida não justifica os investimentos, ou pelo menos esta é maior justificativa empregada para a ausência de investimentos em estruturas de custo fixo, como equipamentos e sistemas industrializados. O consumidor ou cliente exerce um papel fundamental na construção civil. Diferentemente de outros setores industriais, os clientes não são, simplesmente, consumidores de um produto final, são participantes ativos do processo de concepção e assumem grande parte do risco da adoção de uma inovação ao requerê-la e patrociná-la.

Pode-se dizer que a construção é o único setor industrial onde a fábrica passa pelo produto, nos demais setores geralmente o produto é quem passa pela fábrica, tornando melhorias ainda mais complicadas de serem analisadas, visto que as unidades produtivas são formadas e desmanchadas na medida em que iniciam e finalizam seus produtos. Com produtos únicos e unidades produtivas igualmente únicas, dificulta-se a capacidade de analisar com eficácia os efeitos proporcionados pela implementação de uma nova solução. Questiona-se: o resultado foi diferente por que é um novo produto, por que é uma nova equipe de obra ou por conta da nova solução implementada? Questão difícil de responder.

A natureza do mercado da construção exige das empresas grande flexibilidade. Os sistemas de produção podem ser classificados segundo seu tipo de operação em dois grandes grupos: processos contínuos e processos discretos. A construção é um sistema produtivo com processos discretos para obtenção de produtos a partir de um projeto. Os processos por projeto têm como finalidade o atendimento de uma demanda específica dos clientes, com todas as suas atividades voltadas para esta meta. O produto tem uma data específica para ser concluído e, uma vez concluído, o sistema produtivo se volta para um novo projeto ou é desmanchado. Os produtos são concebidos em estreita ligação com os clientes ou com público-alvo delimitado, de modo que suas especificações impõem uma organização dedicada especificamente ao projeto. Exige-se alta flexibilidade dos recursos produtivos, normalmente a custa de certa ociosidade enquanto a demanda por bens ou serviços não ocorrer, por isso cresce muito a terceirização das atividades. Segundo Martins (2004): “diferentemente das organizações tradicionais da indústria, que têm um grupo interno permanente voltado para o desenvolvimento de pesquisa, na construção a inovação ocorre de forma fragmentada, dividida nas etapas de projeto, fabricação e implantação entre os diversos participantes”.

Soma-se ao caráter sazonal produtivo e à necessidade de flexibilidade por parte das empresas, a dimensão dos encargos trabalhistas brasileiros e tem-se a receita de incentivo para o caminho da terceirização de serviços, buscando mitigar o risco de grandes gastos

com rescisões contratuais em momentos de crise, ausência de obras ou nas constantes montagens e desmontagens de equipes com propósito específico, como foi visto. Por esta razão, grandes empreiteiras atualmente podem ser consideradas mais como grandes gestoras de contratos, que construtoras propriamente ditas. A subcontratação é um fator que pode auxiliar no surgimento e implementação sobre produtos imobiliários, como explica Rosso (2007), já que as grandes incorporadoras ao direcionar os esforços na definição dos empreendimentos, consegue acompanhar com mais facilidade as evoluções tecnológicas do setor e oferecer maior qualidade em seus serviços e produtos. Assim como as grandes empresas incorporadoras podem focar no desenvolvimento de seus produtos, espera-se que com a terceirização as empresas de menor porte, prestadoras de serviço, possuam também maior capacidade de focar no aperfeiçoamento de seu “*core business*”, reforçando a idéia de que as inovações na Construção Civil acontecem de forma pulverizada. De acordo com a PAIC (Pesquisa Anual da Indústria da Construção) de 2013, do IBGE, o Brasil possui 111.931 empresas ligadas à construção, destas 88,6% são empresas com até 29 pessoas ocupadas, já 11,4% são aquelas com mais de 30 pessoas ocupadas, revelando a grande quantidade de pequenas empresas que se unem para a execução de uma obra através da terceirização de subatividades.

Importante considerar o tempo de produção de uma unidade construtiva, variando mais comumente entre 6 meses e 3 anos de obra, dificultando a compilação de um banco de dados estatisticamente consistente. De acordo com o Filho, Costa e Rocha (2010): “o tamanho dos bens construídos causa certas limitações operacionais para o desenvolvimento das inovações, na medida em que os resultados obtidos com protótipos desenvolvidos em laboratório podem diferir significativamente dos resultados observados em escala real”. Nota-se também que a natureza das atividades produtivas muda significativamente ao longo de seu processo produtivo, sendo que a equipe que termina a obra é diferente da equipe que inicia, já que a equipe de preparação de terreno e a de fundações, não é a mesma que executa pintura e jardinagem, por exemplo. Esta característica reduz o comprometimento das equipes no geral com o desempenho geral da construção, visto que são equipes independentes e, muitas vezes, terceirizadas. Como exemplo, a falta de regularidade das paredes, pode influenciar no desempenho do emboço, assim como a qualidade do nivelamento das lajes, interfere no desempenho da execução de contrapisos, mas como são equipes independentes, cada uma cuida do desempenho de sua etapa, em detrimento de garantir boas condições para as equipes de etapas subsequentes, prejudicando o desempenho produtivo final da construção. Além do longo tempo de produção, os edifícios, produto final dos processos construtivos, são projetados para ter uma vida útil longa, mais de 50 anos. Dessa forma, as inovações devem ser avaliadas levando-se em consideração um longo período de utilização, seu potencial de falhas e a acessibilidade para eventuais reparos e modificações (Filho, Costa e Rocha, 2010). Ao assumir a responsabilidade jurídica sobre eventuais falhas em produtos com este tempo de vida útil, o risco se torna alto demais ao implementar uma inovação.

Cabe ressaltar que o alto valor dos produtos imobiliários leva as empresas do setor a trabalharem alavancadas, através de financiamentos bancários. Estes financiamentos são liberados mediante estudo prévio das empresas responsáveis pela obra e dos projetos construtivos, sendo que algumas tecnologias construtivas não conseguem financiamentos por não serem tradicionais no Brasil e representarem maior risco na visão dos bancos, como é o caso do *Light Steel Frame*, tecnologia consagrada internacionalmente, mas que

no Brasil apenas recentemente passou a contar com linhas de financiamento. Ao não contar com linhas de crédito para sistemas inovadores, o empresário é impelido a se manter dentro da tradição construtiva.

Ao se caracterizar o Setor da Construção, é imprescindível analisar sua mão-de-obra. Conforme Luiz Ciochi (2003), três fatores caracterizam os operários da construção civil: “pouca qualificação, baixa escolaridade e aprendizado na prática”. De acordo com o autor, segundo a OIT (Organização Internacional do Trabalho), mais de 33% dos trabalhadores registrados na construção civil são analfabetos funcionais e, em geral, desempenham funções auxiliares com pouca ou nenhuma especialização. O baixo nível de escolaridade vem acompanhado também pela baixa remuneração média dos trabalhadores: em 2001, cerca de 67% dos trabalhadores empregados recebiam menos de três salários mínimos. Em 2017, a média salarial de um servente foi de cerca de R\$ 1.200,00. De acordo Carneiro, Almeida e Guillino (2016) mais da metade da população brasileira acima dos 25 anos de idade possui apenas o ensino fundamental completo, apenas 13,5% da população possui curso superior completo e permanecem cerca de 12,9 milhões de analfabetos. Em 2013 o país possuía cerca de 700 mil somando mestres e doutores, menos de 0,3% da população.

A informalidade também é uma característica com forte presença, de acordo com a CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), em 2017 o setor empregou 2,2 milhões de profissionais com carteira assinada e 2 milhões de profissionais informais, uma relação de praticamente 1 para 1. Esta ilegalidade reduz a contribuição de impostos ao governo, como por exemplo 6 bilhões de reais a menos anualmente para a Previdência Social, como calcula a CBIC, e proporciona também um cenário de concorrência desleal entre empresas legais e ilegais, transformando a mão-de-obra da construção em um recurso ainda mais barato do que já se caracteriza naturalmente devido à baixa escolaridade de seus trabalhadores, favorecendo o predomínio de técnicas artesanais de produção, caracterizadas pelo uso massivo de mão-de-obra.

A construção é um ramo industrial que assimila a massa de trabalhadores sem qualificação. Para Lamera (2000) “a Construção Civil é um ramo da indústria que absorve o fluxo migratório para os centros urbanos, sendo os trabalhadores migrantes, quase sempre com baixo nível de escolaridade e precária formação profissional, encontrando na Construção Civil a possibilidade de venda da sua força física de trabalho”. Neste contexto, por um lado pode-se supor que o emprego de mais tecnologia na construção proporcionaria maior desemprego, já por outro lado pode-se supor também que é mais rentável e menos arriscado aos construtores manter o uso massivo de mão-de-obra que testar a implementação de inovações, já que é um recurso abundante e barato no Brasil. De acordo com esta linha de raciocínio, supõe-se que o encarecimento da mão-de-obra favoreceria a busca por inovações.

Por ser um setor que absorve grande quantidade de mão-de-obra com pouca qualificação, o encarecimento do recurso humano está atrelado à melhoria do cenário econômico nacional. Segundo a regra básica da economia da oferta e demanda, reconhece-se que a mão-de-obra na construção se tornaria mais cara na medida em que se torna mais escassa, assim como qualquer recurso, e isso ocorreria devido ao crescimento do setor e aumento da concorrência de contratação. Um crescimento no cenário econômico nacional faria com que novas oportunidades em outros setores surgissem, reduzindo a oferta de trabalhadores para a construção civil, que notaria ao mesmo tempo um aquecimento do

mercado devido à maior renda da população. O mesmo aconteceria ainda devido à melhoria do nível de escolaridade geral da população, o que proporcionaria novas possibilidades de inserção em outros ramos de atuação, encarecendo desta maneira a mão-de-obra para a construção. Desta forma, o encarecimento do recurso humano está atrelado ou à melhoria das condições da economia nacional ou à melhoria nos níveis de educação da população e, em ambos os casos, a implementação de inovações seria incentivada.

O aquecimento do cenário econômico gera maior concorrência no mercado, que por sua vez incentiva a busca por diferenciais no produto ou melhorias no desempenho produtivo. A maior oferta de empregos, o aumento do poder aquisitivo médio da população, que aquece ainda mais o mercado através do consumo proporciona melhores condições de busca por melhor qualificação. O aumento no número de oportunidades de emprego e melhores condições ao empreendedorismo torna a mão-de-obra menos disponível, mais escassa e por isso mais cara. Ao tornar-se mais cara (a mão-de-obra), sistemas artesanais configuram-se menos competitivos, pois utilizam grande quantidade de pessoas, agora mais caras, e a busca pela racionalização e diferenciação através da implementação de inovações torna-se uma estratégia de sobrevivência empresarial nesses cenários. É o mesmo que dizer que em tempos de recessão econômica, a abundância de desempregados, a diminuição do poder de compra da população e a consequente redução de vendas, tende a empurrar o empresariado para atitudes mais conservadoras, tendendo a evitar o risco que a implementação de inovações traz consigo.

A formação dos operários na Construção Civil é em grande parte “*on the job*”. Além da abundância, baixa escolaridade e baixos salários que caracterizam a mão-de-obra, não há no Brasil instituições relevantes que promovam a formação técnica de operários para a construção civil. Os centros formadores são voltados para a formação de engenheiros, arquitetos e técnicos, já os trabalhadores da obra desenvolvem suas habilidades em grande parte no dia-a-dia, aprendendo através da convivência com outros trabalhadores mais experientes, que por sua vez fizeram o mesmo e que, portanto, repetem velhos hábitos construtivos transmitidos de geração em geração. Este tipo de aprendizado tende à consolidação do uso de velhas práticas vigentes, em detrimento da busca por novas e melhores soluções, caminhando, portanto, na contramão da implementação de inovações. O aprendizado através do convívio, também chamado “*on the job*”, atrapalha o desenvolvendo do senso crítico e da qualidade de auto-gestão por parte dos trabalhadores com relação às alternativas para solução de problemas, devido à falta de uma base mínima teórica e crítica para apoiar a prática.

As resistências à penetrabilidade de inovações nas construções não ficam apenas do lado dos incorporadores, construtores e trabalhadores, mas também em grande parte dos consumidores. Um exemplo notório é a implementação de vedações internas em drywall, que de acordo com Losso e Viveiros (2004) desde 1974 estão presentes no Brasil, mas que passaram a serem parcialmente aceitas a partir da segunda metade da década de 90, e até hoje sofre significativamente com a aceitação dos consumidores acostumados com a solidez e robustez das alvenarias. Outros sistemas sofrem também com preconceitos, como estruturas metálicas, esquadrias de PVC, *steel frame*, *wood frame*, solo-cimento, pré-lajes, e sistemas pré-fabricados em geral. Para caminhar contra estes pré-conceitos, a indústria deve investir na publicidade e conscientização acerca dos benefícios gerados por estas novas tecnologias. De acordo com Toledo, Abreu e Jungles (2000): “observa-se que, na

construção civil, tanto os trabalhadores, quanto os administradores e projetistas oferecem resistência às inovações pois a incerteza, inerente a qualquer mudança de status quo, poderá assumir níveis elevados”.

De acordo com Filha, Costa e Rocha (2010), é importante destacar a relação entre as normas técnicas da ABNT e o Código de Defesa do Consumidor (Lei 8.078/1990). De acordo com o código, as normas da ABNT são referências na definição de padrões técnicos exigíveis dos produtos e serviços colocados no mercado brasileiro. Assim, ainda que o cumprimento dessas normas seja voluntário, em disputas judiciais relacionadas a problemas e defeitos na construção, é possível que o Estado imponha sanções legais à obra por seu descumprimento. Desta forma, inovações que ainda não possuem normativa própria são um risco jurídico às construtoras. Há processos construtivos mundialmente consagrados, com comprovada melhor eficácia produtiva e ambiental que sistemas tradicionais brasileiros, como o *wood frame* e *light steel frame* que não possuem normativa ABNT, representando alto risco jurídico às construtoras que optam pela tecnologia.

Muitas tecnologias inovadoras possuem dificuldade de implementação devido à sua pouca escala de produção inicial, exatamente por ser algo novo. Notando os benefícios que a adoção destas tecnologias pode trazer, alguns países incentivam o seu uso através de benefícios fiscais, como é o caso da Alemanha, por exemplo, que possui como meta trocar as fontes de energia carvão, petróleo e nuclear, por fontes renováveis até 2022 (Revista Época, 2017) e para isso criou reduções tarifárias para energias solar e eólica, além de incentivar o empreendedorismo nestes setores. Atualmente a Alemanha já chega a atender um terço de suas necessidades energéticas com energia solar, mesmo sendo um país de baixa incidência de luz natural. No Brasil não há programas sólidos de implementação de tecnologias inovadoras como este exemplo alemão, o que mais se assemelha é a conhecida Lei do Bem (Lei 11.196/2005), que proporciona redução tarifária no imposto de renda para empresas que possuem iniciativas de desenvolvimento tecnológico, mas não possui objetivos estratégicos claros. Fruto disso é que enquanto na Alemanha desenvolve-se uma matriz energética renovável e um parque industrial que hoje exporta painéis fotovoltaicos para todo o mundo, o Brasil com sua alta incidência solar ainda possui condições tarifárias que inviabilizam o uso dos painéis pela população, assim como a iniciativa empreendedora, perdendo a oportunidade de ser pioneiro, gerar oportunidades empreendedoras, empregos e competitividade mundial. Este é apenas um exemplo, mas cuja regra se expande de forma geral no Brasil, que não possui programas estratégicos de Desenvolvimento Tecnológico.

Já o PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat) pode ser considerado como um certificador de qualidade, não como incentivador da inovação e do desenvolvimento tecnológico, sendo estas certificações muitas vezes requeridas para a obtenção de financiamentos, compondo na verdade o cenário de entraves. Sua Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), possui metas arrojadas para o setor, mas que não se observa resultados práticos, revelando mais uma vez a grande inércia que o setor apresenta. Os projetos e o processo de fabricação de edifícios são elaborados com base em especificações detalhadas em códigos e regulamentos, que afetam diretamente a possibilidade de introdução e homologação de inovações, haja vista o fato de que cada município possui seu próprio código de obras, com diferenças significativas que dificultam sensivelmente a capacidade de atuação de fornecedores e projetistas. Portanto, viabilizar

uma tecnologia construtiva numa cidade brasileira não quer dizer que será viável em outra, prejudicando as atividades empresariais. De acordo com Filha, Costa e Rocha (2010): “O setor da construção civil tem uma vasta gama de normas, leis e decretos para regulamentar suas atividades. Essa profusão de regulamentos constitui um arcabouço institucional complexo, repleto de peculiaridades, difícil de ser compreendido até mesmo por profissionais com vasta experiência na área e que dificulta o desenvolvimento do setor”.

5. Considerações finais e sugestões

O Setor da Construção possui forte participação econômica, é um grande gerador de empregos, gera representativos impactos ambientais e é responsável por dar uma resposta ao déficit habitacional e de infraestrutura brasileiro. Trata-se de uma atividade industrial que pode ser considerada como uma composição heterogênea de atividades transformadoras, agregadoras de valor, para a realização de um produto de demanda específica de alto valor, longo prazo produtivo e longa vida-útil ao usuário. Pode-se sintetizar as características deste setor que influenciam sobre a implantação de inovações, como segue:

1. Complexidade heterogênea: a construção envolve um grande número de indústrias e prestadores de serviço com diferentes processos produtivos e graus de tecnologia aplicada;
2. Demanda específica: as unidades produtivas são compostas para a execução de um produto específico e desmanchadas em seu fim, voltando a ser organizadas novamente com outras configurações para a realização de um novo objetivo;
3. Baixa repetibilidade: o potencial de implementação de inovações aumenta na medida em que se atua em subetapas produtivas, visto que o resultado final da construção é único como produto e como processo;
4. Alto grau de terceirização: o caráter sazonal e a legislação trabalhista brasileira força os empresários da construção à terceirização de etapas, que tende incentivar a implementação de inovações de forma pulverizada e reduz o comprometimento sobre o resultado final;
5. Longo prazo produtivo: os longos prazos de produção dificultam a consolidação de bancos de dados estatísticos, levam-se anos para ter dados produtivos de poucas obras (quando são coletados). As mudanças na natureza das atividades construtivas ao longo da produção, trocando as equipes constantemente, reduz o comprometimento dos colaboradores pelo resultado final;
6. Responsabilidade jurídica: as empresas construtoras e incorporadoras são responsáveis por produtos de longa vida-útil. A implementação de uma inovação pode resultar em décadas de problemas jurídicos;

7. Alto valor: a falha de um empreendimento, devido a seu alto valor, pode representar o fim de uma empresa, levando as empresas a adotarem atitudes mais conservadoras, se mantendo dentro de práticas já consagradas;
8. Critérios para linhas de crédito: projetos que utilizam sistemas inovadores de construção sofrem para conseguir crédito, incentivando a manutenção de práticas já consolidadas;
9. Abundância de mão-de-obra barata: o Brasil possui baixos níveis de escolaridade geral da população e geralmente alto desemprego, tornando a mão-de-obra desqualificada abundante e um recurso barato, que torna viável financeiramente as soluções mais artesanais;
10. Formação de trabalhadores “on the job”: a falta de centros formadores e qualificadores de mão-de-obra mantém a base da formação dos operários “on the job”, no dia-a-dia, favorecendo a multiplicação de velhas práticas em detrimento do desenvolvimento do senso crítico através da aquisição do conhecimento teórico;
11. Preconceitos do mercado: tanto os setores produtivos, quanto os consumidores apresentam altas taxas de rejeição e preconceito com relação a novas soluções;
12. Falta de normativas técnicas: a falta de normas técnicas modernas e voltadas para soluções não tradicionais não ampara juridicamente o empreendedor inovador;
13. Ausência de incentivos fiscais: incentivos por parte do Governo para a adoção de soluções inovadoras podem ser decisivos na viabilidade de novas soluções, que comumente não possuem ganhos de escala inicialmente;
14. Arcabouço institucional: a quantidade de regulamentos, especificidades e peculiaridades das legislações aplicáveis à construção torna seu ambiente de difícil compreensão até mesmo para os profissionais da área, que dificulta a ação e gera receio por parte dos empresários. Um exemplo disso é a diversificação dos códigos de obras municipais e as complexidades das tributações aplicáveis.

6. Conclusão

Fica evidente que o Setor da Construção é altamente complexo e revela-se com características que dificultam a implementação de novas soluções, fato que se reflete em sua histórica baixa produtividade, se comparado a outros setores industriais. Consta-se que novas ideias são mais aplicáveis em subsectores da construção, por apresentarem maior repetibilidade e melhores condições de controle. Ressalta-se também que a disponibilidade de mão-de-obra barata é um fator com muita força para a adoção de práticas artesanais.

Algumas medidas podem ser tomadas para incentivar o desenvolvimento tecnológico do setor, sobretudo na esfera governamental, a saber:

1. Oferecer linhas de crédito com benefícios para soluções inovadoras;
2. Organizar força-tarefa para criação de normas técnicas que abranjam sistemas construtivos ainda não contemplados;
3. Criar centros formadores de mão-de-obra qualificada, voltada para a construção civil;
4. Padronizar ao máximo os códigos de obras municipais e desburocratizar o setor;
5. Criar incentivos fiscais para a adoção de tecnologias consideradas como “do futuro”, como voltadas para a sustentabilidade, por exemplo.
6. Investir em bolsas, salários e criar desafios **remunerados** de inovação para incentivar a pesquisa acadêmica;
7. Centros certificadores de qualidade para empresas, obras e edificações inovadoras, com intuito de agregar valor de venda através do selo de “Inovador”;
8. Criar campanhas de publicidade divulgando novas tecnologias e seus benefícios para conscientização do mercado. Vide campanha “Agro: indústria-riqueza do Brasil” voltada para o agronegócio;
9. Incentivar a inovação nos subsetores produtivos, de forma pulverizada, onde é mais provável o desenvolvimento e implementação de inovações.

Não se pretende de forma alguma esgotar o assunto, apenas abrir portas e contribuir para a discussão em torno do tema, que carece de publicações acadêmicas e cujos impactos positivos trazem benefícios a todo o país, como foi visto.

Referências

ABIKO, A. K.; MARQUES, F. S.; CARDOSO, F. F.; TIGRE, P. B. **Setor de Construção Civil**: Segmento de Edificações. SENAI. Brasília, UF. 2005. 115p.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Estudo comprova impacto da informalidade na construção civil e norteia ações da CBIC para reduzir sua incidência**. Junho/2017: disponível em: <https://goo.gl/GxSLK4>. Acesso em: janeiro de 2018.

BENITE, A.; CTE - Centro de Tecnologia de Edificações, Fevereiro de 2011: **Emissões de Carbono e a Construção Civil**: disponível em: <https://goo.gl/VECNA5>. Acesso em: **Janeiro de 2018**

BRASIL. Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de 1990. **Código de Defesa do Consumidor**. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8078.htm

BRASIL. Lei nº 11.196 de 21 de novembro de 2005. **Dos incentivos à inovação tecnológica**. Brasília, DF. 2005.

CARNEIRO, L.; ALMEIDA, C.; GUILLINO, D. **Brasil ainda tem quase 13 milhões de analfabetos com 25 anos de idade ou mais**. O Globo, Rio de Janeiro. Novembro de 2011. Disponível em: <https://goo.gl/qZQ4yf> . Acesso em Março de 2018.

CIOCCHI, L. Revista Técnica, Editora PINI, Edição 77, Agosto/2003. **Quem é o operário da construção?** Disponível em: <https://goo.gl/XjWGYd> . Acesso em Janeiro de 2018

CNI, Confederação Nacional da Indústria: Portal da Indústria - **Perfil da Indústria nos Estados**. 2015: disponível em: <https://goo.gl/eK1Eb1> . Acesso em Janeiro de 2018

FARMER, M. **The Farmer Review of the UK Construction Labour Model: Modernise or die: Time to decide the industry's future**. Reino Unido. Outubro de 2016. 80p.

FILHA, D. C. M.; COSTA, A. C. R.; ROCHA, E. R. P. **Perspectivas e desafios para inovar na construção civil**. Biblioteca Nacional, BNDES. Rio de Janeiro, 2010. 49p.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa mensal do emprego**. Fevereiro de 2016 disponível em: <https://goo.gl/LHo6zS> . Acesso em Janeiro de 2018.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **Pesquisa Anual da Indústria da Construção, 2005**: disponível em: <https://goo.gl/bkwNvz> . Acesso em Janeiro de 2018.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA: **Produto Interno Bruto, valores correntes**, 2016. Disponível em: <https://goo.gl/bbD1DF> . Acesso em Janeiro de 2018.

IPRI, Instituto de Pesquisa de Relações Internacionais. **As 15 maiores economias do mundo**, Junho de 2017. Disponível em: <https://goo.gl/4gJ5no> . Acesso em Janeiro de 2018.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, E.U.A.. Setembro de 1992. 81p.

LAMERA, D. L. (2000). Coordenador. **Perfil do Trabalhador na Indústria da Construção Civil de Goiânia**. São Paulo: Editora FUNDACENTRO.

LOSSO & VIVEIROS. **Gesso Acartonado e Isolamento Acústico: Teoria Versus Prática no Brasil**. X Encontro Nacional de Tecnologia do Meio Ambiente Construído. São Paulo. 2004.

- MARHAM, C. **Empregos, Homens e Máquinas**. Rio da Janeiro: Editora Lidor, 1966.
- MARTINS, M. G. **A inovação tecnológica na produção de 409 edifícios impulsionada pela indústria de materiais e componentes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.
- Mello, L. C. B. B.; AMORIM, S. R. L. **O subsetor de edificações da construção civil no Brasil: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos**. Produção, v. 19, n. 2, p. 388-399, 2009
- MELLO, L. C. B. B. **Modernização das pequenas e médias empresas de Construção Civil: impactos dos programas de melhoria da gestão da qualidade**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Civil, Universidade Federal Fluminense. Niterói-RJ, 2007.
- NASCIMENTO, L. A; SANTOS, E. T. **A indústria da construção na era da informação. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.3, n.1 – p. 69 – 81, 2003
- PLANALTO da República: **Construção civil emprega 13 milhões de pessoas no país – 2016**: disponível em: <https://goo.gl/XmPCAS> . Acesso em Janeiro de 2018.
- ROSSO, S.; Revista Construção e Mercado, Editora PINI, Edição 73, Agosto/2007. **Terceirização – Solução ou Problema?**: Disponível em: <https://goo.gl/PQLJUS> . Acesso em Janeiro de 2018.
- SERVIÇO Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa - Minas Gerais - SEBRAE-MG. **Minas Gerais. Perfil Setorial da Construção Civil**, 2005.
- VENDRAMETO, O. et al. (2004). **A inovação tecnológica na construção civil e os aspectos humanos**. Florianópolis: ENGEPE. 8 p.
- VERGNA, J. R. G. **Formação e gerência de redes de empresas de construção civil: sistematização de um modelo de atores e recursos para obras de edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.
- VIVAN, A. L. **Linha de montagem para a produção de habitações em light steel frame: projeto e otimização**. Brasil – São Carlos, SP. 2016. 295p.
- TOLEDO, R.; ABREU, A.; JUNGLES, A. E.; **A Difusão de Inovações Tecnológicas na Indústria da Construção Civil**, 2000. Florianópolis, ENTAC. 8p.