

Inovação na integração da arquitetura e tecnologia: explorando o potencial do poliestireno expandido no sistema construtivo Insulated Concrete Forms no Brasil

JUTS – Journal of Urban Technology and Sustainability

ISSN: 2675-780X

DOI: <https://doi.org/10.47842/juts.v7i1.76>

Editor Chefe: Guilherme Leite Gaudereto

Avaliação: duplo-anônima por pares

Recebido: 30/10/2024

Aceito: 20/01/2025

¹Elson Eduardo de Oliveira Paulo , ²Humberto da Silva Metello 

¹Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande, Mato Grosso – Brasil, elsoneduardo37@gmail.com

²Centro Universitário de Várzea Grande, Várzea Grande, Mato Grosso – Brasil, hmetello@gmail.com

RESUMO

Esta pesquisa discorre sobre a presença do sistema construtivo Insulated Concrete Forms (ICF), produzido com poliestireno expandido, no Brasil, e sua aplicação em um dos setores mais tradicionais do País, com o objetivo de analisar os tipos de fornecedores no mercado e os desafios de implementar o sistema ICF em meio à concorrência, com métodos consolidados, observando a resistência da indústria a inovações na engenharia, arquitetura e construção. Com foco na sustentabilidade e inovação em materiais alternativos, a pesquisa aborda o uso de materiais reutilizáveis, desempenho e qualidade no ambiente construído. Nesse contexto foram investigados os fornecedores e a competitividade do sistema ICF no Brasil, bem como os desafios enfrentados para sua aceitação no mercado. Esta pesquisa destaca as dificuldades da introdução do sistema ICF no mercado brasileiro, ainda resistente a modernas tecnologias, apontando os potenciais e desafios deste sistema construtivo no setor. Evidencia-se a relevância da sustentabilidade e da inovação no uso de materiais na construção civil, contribuindo para a compreensão dos caminhos para a inserção de novas técnicas no mercado e para o debate sobre a sustentabilidade e inovação na construção civil brasileira, promovendo o uso de materiais alternativos para o avanço do setor.

Palavras-chave: Insulated Concrete Forms. Sustentabilidade. Materiais Alternativos. Construção Civil.

Innovation in the integration of architecture and technology: exploring the potential of expanded polystyrene in the building system Insulated Concrete Forms in Brazil

This research reflects on the presence of the Insulated Concrete Forms (ICF) construction system, produced with expanded polystyrene, in Brazil, and its application in one of the most traditional sectors in the country, with the objective of understanding the types of suppliers in the market and the challenges of implementing the ICF system amid competition with consolidated methods, observing the industry's resistance to innovations in engineering, architecture and construction. Focusing on sustainability and innovation in alternative materials, the research addresses the use of reusable materials, performance and quality in the built environment. In this context, the suppliers and competitiveness of the ICF system in Brazil were investigated, as well as the challenges faced for its acceptance in the market. The research highlights the difficulties of introducing the ICF system in the Brazilian market, which is still resistant to modern technologies, pointing out the potential and challenges of this construction system in the sector. The relevance of sustainability and innovation in the use of materials in civil construction is highlighted, contributing to the understanding of the paths for the insertion of new techniques in the market. Furthermore, this study contributes to the debate on sustainability and innovation in Brazilian civil construction, promoting the use of alternative materials for the advancement of the sector.

Keywords: Insulated Concrete Forms. Sustainability. Alternative Materials. Civil Construction.



1. INTRODUÇÃO

À medida que a sociedade se tornou consumista no âmbito do método de consolidação capitalista, passou a demandar produtos construtivos que atendam a um padrão mínimo de conforto e qualidade ambiental das edificações. O uso do método construtivo convencional tornou-se insuficiente para um mercado no qual a inovação tecnológica, aliada a métodos de construção disruptivos, se apresenta como muito superior em vários parâmetros técnicos, que por sua vez proporcionam qualidade de vida às pessoas que habitam as edificações.

Nesse sentido, o sistema construtivo Insulated Concrete Forms (ICF) destaca-se por sua capacidade de isolamento termoacústico do ambiente construído em vários países. Para compreender o uso desse sistema no Brasil é essencial conhecer suas especificidades e particularidades, bem como sua presença comercial no âmbito nacional.

A crescente busca por habitações que estejam aliadas aos conceitos de reutilização de materiais, desempenho e conforto dentro dos ambientes construídos, tem levado à implantação de novos sistemas construtivos para atender aos diversos programas do déficit habitacional brasileiro. A integração da arquitetura e a tecnologia por meio de sistemas construtivos inovadores tendem a proporcionar um cenário de implementação otimista para novos meios de construção, objetivando a solução de problemas recorrentes. Portanto, é fundamental a busca de soluções construtivas que contemplem os requisitos ambientais, de conservação de energia e que agreguem a estes a melhoria na qualidade de vida das pessoas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são discutidas a relevância da sustentabilidade e inovação no uso de materiais alternativos na construção civil, a importância da qualidade ambiental e eficiência dos métodos construtivos para o ambiente construído, bem como a utilização de sistemas construtivos disruptivos, como o Insulated Concrete Forms (ICF), em um setor tradicional desse segmento.

2.1 O poliestireno expandido

O poliestireno expandido (EPS), popularmente conhecido como Isopor consiste em um plástico celular rígido que pode ser apresentado em diversas formas e aplicações. A descoberta do EPS data de 1949 e é atribuída aos químicos Fritz Stastny e Karl Bucholz, que trabalhavam nos laboratórios da Basf, na Alemanha (Avesani Neto, 2008).

A utilização do material EPS industrialmente hoje abrange uma grande gama de aplicações. Seu emprego vai da agricultura até a construção civil, passando pela indústria de embalagens de eletroeletrônicos, alimentos e bebidas, fármacos, utilitários e decorativos. Porém, é na construção civil que hoje o EPS tem se destacado devido a adequação de suas propriedades às necessidades das obras, seja pelas suas características de isolante térmico, como pelo seu reduzido peso específico aliado a alta resistência e sua facilidade de manuseio (Avesani Neto, 2008, p. 35).

O do EPS vem se destacando na construção civil, o que tem possibilitado o surgimento de diversos métodos construtivos com seu uso, além do surgimento de materiais de construção que utilizam o EPS em sua composição. Dessa forma, é importante buscar o entendimento sobre essa matéria-prima, que vem desempenhando um papel fundamental na melhoria do desempenho de habitações, estradas e equipamentos.

O EPS possui como matéria-prima o polímero de poliestireno, que por sua vez é um polímero que possui em sua composição um agente expander, esse material pode ser obtido por meio de diversas transformações químicas a partir do petróleo, resultando em diversos grânulos que podem expandir cerca de 50 vezes o seu volume inicial (Avesani Neto, 2008).

2.2 Durabilidade e Sustentabilidade do EPS

O EPS se destaca por ser um material durável e sustentável, uma vez que pode ser reciclado, apresentando uma vida útil relativamente alta. Por ser um material não inerte, não tóxico e não nocivo, o EPS (composto por carbono e hidrogênio) se destaca por não produzir resíduos sólidos em sua manufatura, de modo a reduzir os impactos ambientais com resíduos.

Há relativamente poucas condições nas quais o EPS necessita de proteção. Uma delas é na exposição ultravioleta (UV), em qualquer aplicação, deve ser evitada a radiação solar direta, bem como outros tipos de radiação ricas em energia que deterioram o EPS (sofre um amarelamento) por alterarem sua estrutura química. Este processo é, porém, lento e depende da intensidade de radiação e do tempo de exposição. Em conjunto com as intempéries o processo pode ser acelerado (Avesani Neto, 2008, p. 41).

Além disso, é válido considerar que:

Os avanços tecnológicos têm provocado uma contínua e crescente pressão sobre os recursos naturais do planeta à medida que o desenvolvimento demanda uma quantidade razoável de matéria-prima e gera um grande volume de resíduos (Aguilar; Mendonça; Silva, 2008, p. 2).

Portanto, a utilização de materiais industrializados como o EPS que possuem um processo de industrial com danos ambientais reduzidos, e, podem ser reaproveitados e reutilizados como matéria-prima, tornou-se assim, uma alternativa sustentável e viável para a construção civil.

Nesse contexto, no que se refere à durabilidade existem poucos líquidos que dissolvem o EPS, sendo os únicos encontrados nas aplicações mais correntes de plástico (solventes orgânicos derivados de petrolíferos, tais como óleos, gasolina e diesel). É possível derreter o EPS quando exposto a temperaturas de aproximadamente 150°C, portanto, é de suma importância atentar-se aos materiais de construção que serão incorporados ao EPS, pois eles podem não compatibilizar e eventualmente danificá-lo, reduzindo seu desempenho e sua capacidade de vida útil. Materiais, como: ácido sulfúrico 95%, produtos betuminosos com solventes, produtos asfálticos, gasolina, álcool, solventes orgânicos e hidratos de carbono alifáticos, são materiais que não compatibilizam com o EPS e, portanto, não são recomendados para o uso em conjunto (Avesani Neto, 2008).

2.3 Os sistemas construtivos em EPS

O EPS tem se destacado por sua eficiência em condições térmicas e acústicas para diversos sistemas construtivos e materiais de construção civil. Dentro desse contexto, alguns sistemas têm se destacado nos últimos anos por sua implementação.

[...] o segmento da construção civil tem utilizado, ainda de forma lenta, o EPS junto a outros elementos, possibilitando a leveza e regularização de pisos em cortina de contenção, na fabricação de tijolos paredes, em juntas de dilatação para lajes, dentre outras aplicações. Quanto a custos relacionados a sua aplicação, o EPS, por agregar facilidade no transporte, reduzir o tempo de construção, e substituir a utilização de outros materiais (cimento, argamassa), se torna uma matéria-prima que proporciona economia financeira (Silva; Florian; Ferreira Filho, 2021, p. 10).

A versatilidade do EPS na construção civil tem sido amplamente explorada, dado que, atualmente, a busca por soluções construtivas disruptivas focadas na eficiência energética e responsabilidade ambiental tem contribuído significativamente com a utilização do EPS em sua composição, como é o caso do sistema construtivo Insulated Concrete Forms.

3. INSULATED CONCRETE FORMS

O sistema construtivo Insulated Concrete Forms (ICF) consiste em fôrmas de paredes rígidas de espuma plástica que mantêm o concreto unido durante a operação de cura e permanecem no local posteriormente, servindo como isolante térmico. O ICF está se tornando hoje muito utilizado para uma ampla gama de projetos de construção, incluindo residências, teatros, escolas e hospitais (Amer-Yahia; Majidzadeh, 2012).

Uma diferença entre o ICF e a construção tradicional é que, após a cura do concreto, as fôrmas de poliestireno permanecem no local. Reforços adicionais, como vergalhões, podem ser adicionados de acordo com o projeto estrutural usando cintas internas feitas de polipropileno (Rajagopalan; Bilec; Landis, 2010, p. 96).

Ademais, o uso do ICF apresenta várias vantagens, tais como: durabilidade, resistência a riscos e desastres naturais e reduzem o consumo de energia durante a fase de uso de um edifício em comparação com os materiais de construção tradicionais. Várias organizações, incluindo a National Association of Home Builders (NAHB), avaliaram o desempenho do ICF por meio de casas de demonstração em vários locais nos Estados Unidos (Rajagopalan; Bilec; Landis, 2010).

3.1 Origem do sistema Insulated Concrete Forms

O sistema construtivo Insulated Concrete Forms foi desenvolvido pela primeira vez na Europa após a Segunda Guerra Mundial como uma maneira barata e durável de reparar cidades que haviam sido destruídas. A primeira patente de sistema isolante para concreto foi registrada no início da década de 1940 na Suíça por August Schnell e Alex Bosshard, sistema no qual utilizou madeira e cimento reciclados como material isolante (Prante; Henderson, 2018).

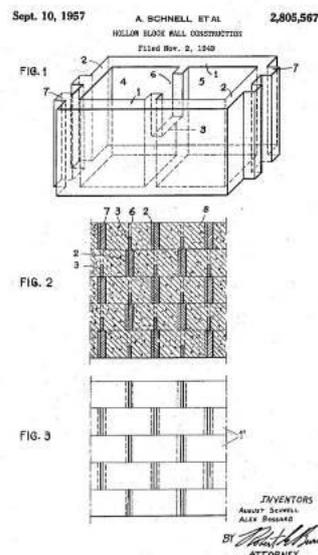


Figura 1 - Modelo patenteado por Augusto Schnell e Alex Bosshard
Fonte: United States Patent Office (1957).

O primeiro sistema Insulated Concrete Forms de poliestireno foi desenvolvido no final da década de 1960 com inspiração da patente original e devido ao avanço da tecnologia de espuma de plástico. Sendo assim, em 1966, o empreiteiro canadense Werner Gregori apresentou a primeira patente para uma fôrma de concreto em espuma, medindo 16 polegadas (40,64 centímetros) de altura por 48 polegadas (121,92 centímetros) de comprimento, com um intertravamento de fita e presilhas de metal, e um núcleo de grade (Prante; Henderson, 2018).

A adoção da construção em ICF tem aumentado constantemente desde a década de 1970, embora inicialmente tenha sido prejudicada pela falta de cautela, códigos de construção e confusão causados por muitos fabricantes diferentes que vendem projetos ligeiramente diferentes do ICF, em vez de se concentrar na padronização do setor (Prante; Henderson, 2018, p. 4).

A falta de padronização técnica e produtiva do sistema construtivo Insulated Concrete Forms tem prejudicado significativamente o seu desenvolvimento no Brasil e no mundo, uma vez que dificulta a criação de normas técnicas e procedimentos de execução, além disso impacta negativamente nos estudos de viabilidade do sistema construtivo para cada região do País.

3.2 Processo de execução com o sistema Insulated Concrete Forms

A fundação do sistema construtivo ICF não se diferencia muito dos demais sistemas construtivos, sua característica de carga linear sobre a fundação é muito similar ao sistema construtivo de paredes de concreto moldado *in loco*, e ao sistema construtivo de painéis monolíticos de EPS, dessa forma, é possível a adoção de fundações do tipo vigas baldrame ou radier, proporcionando economia e praticidade na execução da obra, uma vez que não demandará mão de obra específica.

A montagem das formas de ICF consiste na modelagem do tipo “lego”, a qual as formas são posicionadas por meio de um encaixe macho e fêmea, e por sua vez são realizados os devidos travamentos com a verificação do esquadro e prumo. Contudo, antes de posicionadas as fôrmas, deve-se realizar a passagem das armaduras verticais seguindo as especificações do projeto estrutural, e durante a montagem das fôrmas, deve-se posicionar as armaduras horizontais. Após a montagem, é realizada a concretagem de maneira convencional e/ou industrial, com baldes ou bombeado em sua camada interior. Posteriormente, após a cura do concreto, são realizados os acabamentos (chapisco, reboco, pintura e revestimentos).

3.3 Fornecedores de fôrmas de Insulated Concrete Forms no Brasil

Embora existam vários tipos de fôrmas do sistema construtivo Insulated Concrete Forms, os princípios por trás de cada modelo permanecem os mesmos. São fôrmas permanentes que contêm concreto armado (Mohammed; Dusicka, 2018).

Atualmente pode-se destacar três segmentos de fornecedores brasileiros: os fabricantes por expansão de partículas esféricas de poliestireno, os fabricantes por corte de blocos de poliestireno já expandido (assim como é feito com telhas termoacústicas) e os fornecedores importadores de formas de ICF.

3.3.1 Fabricação por expansão de partículas esféricas de poliestireno

O EPS é popularmente conhecido por todos quando associado seu uso a trabalhos escolares, embalagens de eletrodomésticos, bandejas de marmitas, dentre outros. Entretanto, pouco se investiga sobre a maneira como esses materiais são produzidos e o que diferencia o EPS utilizado em cada contexto. Os produtos produzidos com o EPS diferem-se essencialmente por sua forma, dimensões e densidade, não alterando as propriedades essenciais da matéria-prima.

Nas empresas de fabricação de EPS, ocorre apenas transformações físicas da matéria-prima (o polímero de poliestireno), não alterando suas características e propriedades físicas. O EPS apenas pode ser feito antes de sua utilização. Para uso geotécnico, a forma predominante de utilização é a de blocos prismáticos (ou seja, formas de paralelepípedos retangulares) (Avesani Neto, 2008, p. 36).

O processo de fabricação do EPS segue três etapas bem definidas, sendo: pré-expansão, armazenamento intermediário e moldagem.

Na etapa da pré-expansão, a matéria-prima de esferas de poliestireno já contém o gás pentano (C₅H₁₂) em sua composição, gás que permite que essas poliméricas se expandam. A matéria-prima costuma vir em bags, e ao iniciar o processo de produção esse material passa por uma máquina chamada de pré-expansor, onde essas pequenas esferas começam a crescer ganhando volume e perdendo densidade.

A primeira fase de expansão do polímero de poliestireno (PS) é efetuada em um pré expansor por um aquecimento por contato com vapor de água. O agente expansor infla o PS para um volume cerca de 50 vezes maior do que o original. Deste processo, resulta um granulado de partículas de EPS constituídas por pequenas células fechadas, que é armazenado para estabilização (Avesani Neto, 2008, p. 36).

Para a realização do processo de pré-expansão é necessária uma temperatura elevada de aproximadamente 90 graus celsius, sendo necessária uma caldeira que gera até oito toneladas de vapor de água, que por sua vez esquenta o poliestireno.

Após o processo de pré-expansão, o material vai para os silos de armazenamento intermediário, onde permanece por cerca de seis horas, passando por um processo de estabilização térmica e química, onde continua expandido durante esse período.

Durante esta fase de estabilização, o material granulado resfria criando uma zona de depressão no interior das células. Ao longo desse processo, o espaço dentro das células é preenchido pelo ar circundante. Desta forma, a expansão do material se torna completa, e seu volume é aumentado ao estágio final (Avesani Neto, 2008, p. 37).

O armazenamento permite que haja a transformação do EPS de acordo com a forma necessária durante o processo de moldagem. As pérolas de EPS consistem em até 98% de ar e apenas 2% de poliestireno, podendo obter um índice de vazios entre 40 e 100 (Avesani Neto, 2008).

Após isso, todo o poliestireno é transportado por ar comprimido até serem injetados em um molde, onde são esquentadas novamente para expandir mais um pouco com o que ainda resta de pentano e se conectarem de forma a se tornarem uma peça única, conforme o design do molde no equipamento. A resistência do poliestireno depende do quanto ele se expande, se ele expandir muito ele fica menos denso e conseqüentemente mais frágil, caso ele se expanda pouco, ficará mais denso e mais resistente, como é o caso do EPS utilizado em capacetes de motocicletas.

O material granulado, já estabilizado pelo armazenamento, é introduzido em moldes (com tamanhos e formas pré-definidos) e novamente aquecido por meio da exposição a vapor de água, provocando a soldagem dos grãos e obtendo desta forma um material monolítico e rígido, contendo uma grande quantidade de ar (Avesani Neto, 2008, p. 38).

O tipo de EPS obtido depende da regulagem do processo de fabricação, podendo variar em valor da expansão e geometria do molde, portanto, pode-se afirmar que esse material se adequa a diversas utilizações em engenharia e construção, devido à sua fácil adaptação, conforme a demanda industrial do produto (Avesani Neto, 2008).

3.3.2 Fabricação por corte de blocos de poliestireno

O processo de fabricação por corte dos blocos de poliestireno é muito recente para o sistema Insulated Concrete Forms, no entanto, já vem sendo demasiadamente utilizado com materiais de construção que possuem o EPS em sua composição, tais como: telhas termoacústicas, molduras clássicas de EPS para fachadas, lajotas de EPS para lajes treliçadas, dentre outros que demandam esse mesmo processo de produção. Sendo assim, não é necessária uma análise mais profunda para afirmar que sua capacidade de expansão de mercado é superior ao processo de fabricação por expansão do poliestireno, uma vez que esse método demanda somente a inserção do design em um software específico do equipamento de corte e ele passará a executar com precisão milimétrica as formas de ICF.

O EPS utilizado nas máquinas de corte consiste em blocos de EPS já moldados com formato cúbico, possuindo densidade predefinida pelo fornecedor do material, o que dificulta o controle de qualidade entre regiões.

3.3.3 Fornecedores Importadores de fôrmas de Insulated Concrete Forms

Por ser um sistema construtivo largamente utilizado em países europeus, bem como nos Estados Unidos, assim como qualquer produto industrializado, a sua possibilidade de importação se torna economicamente viável para alguns fornecedores. Dessa forma, pode-se observar a chegada de fôrmas de ICF de outros países ao mercado brasileiro, sendo o seu processo de fabricação realizado pela indústria fornecedora do produto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tecnologia na construção civil se dá pela junção da técnica com a ciência, podendo ser definida como a solução de problemas técnicos por meio de teorias, métodos e processos científicos. Em geral, as técnicas produtivas são transmitidas de geração em geração e são aperfeiçoadas por meio da prática individual de cada indivíduo (Abiko *et al.*, 2003).

Ainda hoje, o pedreiro ao assentar um tijolo para executar uma alvenaria, está utilizando uma técnica que envolve o conhecimento do manuseio da colher de pedreiro, o conhecimento da elaboração de uma argamassa de assentamento misturando cal, cimento, areia e água nas proporções adequadas, e a melhor amarração entre os tijolos e a sua colocação em prumo. O pedreiro ao executar esta alvenaria domina uma técnica e não uma tecnologia (Abiko *et al.*, 2003, p. 1).

Por outro lado, a ciência estrutura-se pelo método científico, que consiste em um conjunto de atividades sistemáticas e racionais, com maior segurança e economia, possibilitando o alcance de conhecimentos válidos e verdadeiros. Nesse quadro, todas as ciências caracterizam-se pela utilização do método científico, e, portanto, instrumentalizam a prática e a técnica na solução de problemas (Marconi; Lakatos, 2003).

A necessidade de inovação na indústria da construção civil surge do contexto urbano, havendo um intenso e desigual processo de urbanização experimentado pelas cidades brasileiras nos últimos cinquenta anos. Esse processo, caracteriza-se por apresentar um conjunto de problemas, entre eles a existência do aumento populacional urbano, a falta e a insuficiência de políticas públicas habitacionais inclusivas e um recorrente déficit habitacional, que por sua vez aliado à demanda consumista de bens e produtos cada vez mais modernos e sofisticados corrobora o surgimento de novas técnicas produtivas e gera uma contínua e crescente pressão sobre os construtores, empreiteiros e indústrias de materiais e insumos para construção civil (Vogt; Silveira, 2020).

4.1 Interesse coletivo das empresas e indústrias do Setor

A inovação responsável do setor construtivo proporciona o desenvolvimento imobiliário através da criação de valor aos *stakeholders* envolvidos nesse processo. O processo de inovação responsável demanda um compromisso coletivo, destacando (a) orientação para a antecipação: prevendo a avaliação de tecnologias e desenvolvimento de cenário; (b) inclusão: diminuindo a autoridade de especialistas como parte de uma busca pela legitimação; (c) capacidade de resposta: mudando a forma ou direção em resposta aos valores das partes interessadas e públicos; e (d) reflexão: refletindo sobre os propósitos subjacentes, motivações e impactos potenciais daquilo que é conhecido e o que não é conhecido (Silva; Faccin, 2018).

A implementação de um novo sistema construtivo demanda uma ação coletiva de todos os envolvidos nesse processo. A inclusão das indústrias, empresas e profissionais do setor na tomada de decisões e no compartilhamento de ideias e soluções a fim de evidenciar os pontos positivos e negativos do sistema construtivo de modo a solucioná-los, permite a consolidação do mesmo em um dos mercados mais conservadores do Brasil. Ademais, pode-se verificar uma rivalidade muito grande entre indústrias e fornecedores do sistema construtivo Insulated Concrete Forms, onde há uma busca individual por um processo de comprovação técnica e científica, e também a necessidade de patenteamento dos módulos produzidos, em que, pouco se encontram trabalhos conjuntos entre as indústrias, o que reflete uma concorrência acirrada do setor.

É evidente a necessidade de ações voltadas a melhorias dos serviços e atendimentos prestados no setor varejista e comercial no Brasil, podendo significar muito para o consumidor em termos de percepção da qualidade e do valor atribuído à relação custo-benefício na compra (Santos; Costa, 1997).

Evidentemente essa ação envolvendo todas as partes interessadas pode gerar resultados mais assertivos e positivos no que se refere à comprovação técnica e científica do produto, portanto, cabe a todos *stakeholders* do setor buscar meios de investigação e compartilhamento de conhecimentos acerca do assunto.

O aumento da demanda por materiais de construção e sistemas construtivos como o sistema ICF provém da melhoria no desempenho das edificações e da redução dos custos de produção e dos impactos ambientais, esse fator se dá, pois:

A incorporação de práticas de sustentabilidade na construção é uma tendência crescente no mercado. Sua adoção é “um caminho sem volta”, pois diferentes agentes – tais como governos, consumidores, investidores e associações – alertam, estimulam e pressionam o setor da construção a incorporar essas práticas em suas atividades. Para tanto, o setor da construção precisa se engajar cada vez mais. As empresas devem mudar sua forma de produzir e gerir suas obras. Elas devem fazer uma agenda de introdução progressiva de sustentabilidade, buscando, em cada obra, soluções que sejam economicamente relevantes e viáveis para o empreendimento (Corrêa, 2009, p. 21).

A reflexão acerca da sustentabilidade na construção civil surge especialmente de uma demanda social, uma vez que a sociedade passou a demandar bens de consumo com desempenho elevado e que apresentem práticas de produção sustentáveis. O aspecto sustentável destaca não somente a redução dos impactos ambientais gerados pela indústria, mas também pelo desempenho das edificações ao longo de sua vida útil. O aumento de eficiência e produtividade proporcionado por sistemas inovadores também se torna relevante para as indústrias do setor, uma vez que ao reduzir a distância entre o início da obra e a entrega do empreendimento, tem-se um tempo de retorno financeiro mais rápido, viabilizando o investimento realizado.

4.2 Normatização, qualidade e desempenho

Com a necessidade de suprir o déficit habitacional brasileiro, a partir da década de 1970 surgiram novos sistemas construtivos com propostas alternativas aos produtos e processos tradicionais até então utilizados com o objetivo de racionalizar e industrializar a construção (Gonçalves *et al.*, 2003).

Notoriamente, o sistema construtivo ICF pertence a esse cenário que se repete frequentemente, à vista disso o sistema enfrenta dificuldades de implementação devido à insegurança do mercado frente ao breve histórico de sistemas construtivos inovadores que obtiveram resultados desastrosos.

Ao mesmo tempo em que surgiam propostas de soluções inovadoras, revelou-se a necessidade de avaliá-las tecnicamente, com base em critérios que permitissem prever o comportamento do edifício durante sua vida útil esperada. A escassez de referências técnicas para esse tipo de avaliação restringiu a utilização dos novos sistemas na escala prevista. Por outro lado, a implementação de tecnologias ainda não suficientemente desenvolvidas ou adaptadas às necessidades nacionais levou, na maioria dos casos, a experiências desastrosas, com graves prejuízos para todos os agentes intervenientes no processo de construção, sendo transferidos aos usuários os problemas de patologia e os altos custos de manutenção e reposição advindos do uso de novos produtos, sem avaliação prévia (Gonçalves *et al.*, 2003, p. 43).

A falta de referencial normativo prejudica a implementação de diversas inovações tecnológicas na construção civil, uma vez que se trata de um segmento que demanda durabilidade e segurança dos materiais. Para o sistema construtivo ICF não é diferente, as indústrias e os fornecedores das fôrmas de EPS enfrentam a barreira técnica e científica, de forma que muitas vezes utilizam normativas de sistemas construtivos com processos e materiais similares para seu uso e aplicação.

4.3 Qualificação profissional

O surgimento de novas tecnologias e soluções demanda novas culturas, técnicas e métodos projetuais, de modo que a qualificação dos profissionais (arquitetos, engenheiros, construtores e pedreiros) é indispensável para sua correta implementação.

Nessa esteira, de poucos recursos e necessidade de incorporação de novas tecnologias ganham força os conceitos de gestão e inovação que entre outros fatores fazem com que, o próprio conceito do profissional em engenharia civil tenha que se adequar incorporando novas dimensões para atender às novas realidades do mercado e da sociedade. Nesse ponto, as próprias empresas precisam também incorporar essas transformações de perfil do profissional em engenharia (Rohan *et al.*, 2016, p. 4).

A apresentação de novas tecnologias e soluções demanda novas culturas, técnicas e métodos projetuais, de modo que a qualificação dos profissionais para a correta aplicação dessas tecnologias é essencial. O sistema ICF destaca-se por seu processo construtivo assimilar-se ao lego tijolo, se tornando prático em aspectos executivos, ademais, a prática projetual encara a barreira da falta de referencial normativo específico para o sistema construtivo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do EPS na construção civil tem sido destaque devido à sua contribuição na melhoria do desempenho termoacústico das edificações e à sua durabilidade. Tendo em vista sua utilização no sistema construtivo Insulated Concrete Forms, evidencia-se o preconceito e os desafios da implementação de produtos e sistemas de construção inovadores no setor construtivo. Nesse cenário, a falta de referencial normativo e científico provocam a rivalidade das indústrias e dos distribuidores do material no País, dado que buscam por comprovações técnicas de maneira unilateral. Portanto,

como ocorre com outros sistemas construtivos, o sistema ICF apresenta lentidão em sua inserção no mercado e, muitas vezes, é desqualificado por profissionais e consumidores mais conservadores que sentem insegurança em produtos disruptivos.

Entretanto, o sistema ICF destaca-se por sua comprovação em outros países, e por alguns fornecedores nacionais comprovarem sua qualidade através de estudos e investigações laboratoriais, mesmo que em fase inicial. Dessa forma, é concludente que há uma disposição da indústria de comprovação técnica de seus materiais do ponto de vista comercial, tendo assim o sistema ICF como solução alternativa e até mesmo como proposta de melhoria no setor construtivo.

De maneira geral, o melhor caminho para a inserção do sistema ICF em obras brasileiras é a participação coletiva, contando com a participação das indústrias, dos comércios, dos profissionais, do governo e das universidades em seu processo investigativo e de implementação, a fim de juntos apresentarem ao mercado soluções inovadoras que possam contribuir com a redução do déficit habitacional brasileiro e em paralelo apresentarem melhorias no desempenho habitacional.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K.; VENZON, D. B.; HIRANO, M. T. L.; TABA, M. **Tecnologias apropriadas em construção civil: tecnologias e materiais alternativos de construção**. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

AGUILAR, M. T. P.; MENDONÇA, M.; SILVA, M. O reuso de materiais de construção: a experiência de Uberlândia. *In: CONCURSO FALCÃO BAUER*, 15., 2008.

AMER-YAHIA, C.; MAJIDZADEH, T. Inspection of insulated concrete form walls with ground penetrating radar. **Construction and Building Materials**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 448-458, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.06.044>

AVESANI NETO, J. O. **Caracterização do comportamento geotécnico do EPS através de ensaios mecânicos e hidráulicos**. 2008. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

CORRÊA, L. R. **Sustentabilidade na construção civil**. 2009. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

GONÇALVES, O. M.; JOHN, Vanderley M.; PICCHI, Flávio Augusto; SATO, Neide M. N. Normas técnicas para avaliação de sistemas construtivos inovadores para habitações. *In: ROMAN, H.; BONIN, L. C. Normalização e certificação na construção habitacional*. Porto Alegre: ANTAC, 2003. Coletânea Habitare, v. 3. p. 43-53.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MOHAMMED, A.; DUSICKA, P. Shake table evaluation of screen grid core insulated concrete form walls. *In: NATIONAL CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING*, 11., 2018, Los Angeles. **Proceedings [...]**. Los Angeles: National Conference on Earthquake Engineering, 2018.

PRANTE, F.; HENDERSON, M. Insulated concrete forms, insulating cement, and related articles produced therefrom. **U.S. Patent Application**, [s. l.], n. 15/823,578, 7 jun. 2018.

RAJAGOPALAN, N.; BILEC, M. M.; LANDIS, A. E. Residential life cycle assessment modeling: comparative case study of insulating concrete forms and traditional building materials. **Journal of Green Building**, [s. l.], v. 5, n. 3, p. 95-106, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3992/jgb.5.3.95>

ROHAN, U.; LIMA, R. J.; SILVA, T. R.; MENDES, F. C. A formação do engenheiro civil inovador brasileiro frente aos desafios da tecnologia, do mercado, da inovação e da sustentabilidade. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 12.; RESPONSABILIDADE SOCIAL E APLICADA, 3., 2016, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: [s. n.], 2016.

SANTOS, A. M. M. M.; COSTA, C. S. **Características gerais do varejo no Brasil**. Rio de Janeiro: BNDES, 1997.

SILVA, L. M. da; FACCIN, K. O papel dos stakeholders no contexto da inovação responsável: uma metassíntese. *In*: SIMPÓSIO DE GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2018, Porto Alegre. **Anais [...]**. Maringá: Apad, 2018. p. 1-10.

SILVA, W. B. da; FLORIAN, F.; FERREIRA FILHO, W. G. Uso e importância do poliestireno expandido (EPS) na construção civil. **RECIMA21**:-revista científica multidisciplinar, Jundiaí, v. 2, n. 10, p. 1-13, 2021.

VOGT, H. M.; SILVEIRA, R. L. L. O descompasso entre as políticas e os indicadores habitacionais no Brasil: uma análise em municípios do Estado do Rio Grande do Sul. **Barbarói**, Santa Cruz do Sul, n. 56, p. 261-281, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17058/barbaroi.v0i0.14726>