



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL

INDUSTRY 4.0 IN CIVIL CONSTRUCTION AND SUSTAINABLE CONSTRUCTION TECHNIQUES FOR SOCIAL HABITATIONS

INDUSTRIA 4.0 EN CONSTRUCCIÓN CIVIL Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE PARA VIVIENDA SOCIAL

Thainá Santana da Hora¹, André Luiz dos Santos Barbosa²

e4114537

<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i11.4537>

PUBLICADO: 11/2023

RESUMO

A indústria da construção civil, no Brasil, ainda é conhecida pelo atraso no emprego de novas tecnologias construtivas e por dar preferência às metodologias tradicionais. Atualmente estamos na era da revolução tecnológica, em vários setores industriais, o que podemos chamar de 4ª Revolução Industrial. Essa nova era, traz um avanço tecnológico no estudo de novos materiais de construção, técnicas construtivas eficientes e sustentáveis, emprego de sistemas informatizados, computadorizados e automatizados para acelerar processos produtivos e gerar consequentemente uma economia de tempo, custo e recursos. O uso dessas tecnologias, em se tratando de habitações, é um fator importante, tendo em vista o déficit habitacional pelo qual o Brasil ainda passa. A celeridade, controle e garantia de que essas habitações tenham a qualidade, desempenho e principalmente sejam sustentáveis, são fatores importantes na escolha e aplicação dessas ferramentas. O presente trabalho apresenta um levantamento de dados e informações comparativas de tecnologias projetuais e construtivas, e materiais de construção sustentáveis através de investigações em literaturas, analisando o desempenho e potencial construtivo e sua aplicabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Construção 4.0. Habitação de Interesse Social.

ABSTRACT

The construction industry in Brazil is still known for the delay in the use of new construction technologies and for giving preference to traditional methodologies. We are currently in the era of technological revolution, in several industrial sectors, which we can call the 4th Industrial Revolution. This new era brings a technological advance in the study of new construction materials, efficient and sustainable construction techniques, use of computerized, computerized and automated systems to accelerate production processes and consequently generate a saving of time, cost and resources. The use of these technologies, when it comes to housing, is an important factor in view of the housing deficit that Brazil is still going through. The speed, control and guarantee that these homes have the quality, performance and especially are sustainable, are important factors in the choice and application of these tools. The present work presents a survey of data and comparative information of projective and constructive technologies, and sustainable building materials through investigations in literature, analyzing the constructive performance and potential and its applicability.

KEYWORDS: Sustainability. Construction 4.0. Social Interest Habitation.

RESUMEN

La industria de la construcción en Brasil todavía se caracteriza por retrasar el uso de nuevas tecnologías de construcción y por dar preferencia a las metodologías tradicionales. Actualmente nos encontramos en la era de la revolución tecnológica, en varios sectores industriales, lo que podemos llamar la 4ª Revolución Industrial. Esta nueva era trae un avance tecnológico en el estudio de nuevos

¹ Arquiteta e Urbanista pela Universidade Salvador. Especialista em BIM e Projetos Aplicados à Construção Civil pela Anhanguera. Especialista em Docência no Ensino Superior pela Unime.

² Arquiteto e Urbanista pela UNIME Salvador. Especialista em Gestão de Projeto de Arquitetura pela Universidade Salvador.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
Thainá Santana da Hora, André Luiz dos Santos Barbosa

materiales de construcción, técnicas constructivas eficientes y sustentables, uso de sistemas informatizados, informatizados y automatizados para acelerar los procesos productivos y en consecuencia generar ahorros en tiempo, costos y recursos. El uso de estas tecnologías, en lo que respecta a la vivienda, es un factor importante dado el déficit habitacional que aún vive Brasil. La rapidez, control y garantía de que estas viviendas tengan la calidad, prestaciones y sobre todo sean sostenibles, son factores importantes en la elección y aplicación de estas herramientas. El presente trabajo presenta un levantamiento de datos e información comparativa sobre tecnologías de diseño y construcción, y materiales de construcción sustentables a través de investigaciones en la literatura, analizando el desempeño y potencial constructivo y su aplicabilidad.

PALABRAS CLAVE: Sostenibilidad. Construcción. Vivienda de Interés Social.

INTRODUÇÃO

A cada ano que passa, as cidades brasileiras enfrentam problemas urbanos recorrentes por conta da intensa urbanização e do crescimento desordenado e precário das habitações.

A habitação possui um papel fundamental para os humanos enquanto civilização, e é um direito garantido pela constituição brasileira de 1988, assim como é previsto nas diretrizes dos direitos humanos. No entanto, pela crise do *déficit* habitacional que ainda vivemos (de acordo com ABRAIC até 2030 o *déficit* projetado é de 30,7 milhões de unidades), a indústria da construção civil, que é uma das maiores consumidoras de recursos naturais e poluidoras, ainda utiliza de metodologias ultrapassadas em termos de projetos, técnicas e materiais construtivos e isso é bem comum nas habitações de interesse social (HIS), onde praticamente todos os projetos seguem a mesma “solução” técnica.

Os projetos de implantação de HIS levam em conta alguns aspectos diferentes para sua implantação, tendo em vista que em um curto espaço de tempo existe a necessidade de se executar uma grande quantidade de habitações. Assim, critérios como rápida execução, preços baixos, facilidade em encontrar materiais e mão de obra qualificada são fundamentais na hora de se determinar qual o processo construtivo que deve ser adotado. No entanto, muitas vezes, esses critérios se sobrepõem a fatores como a qualidade de execução, ergonomia dos ambientes, necessidades do usuário, adequação ao contexto em que será implantado, gerando ambientes inadequados, insalubres, com patologias e que não atendem a demanda dos moradores. (Telli *et al.*, 2014)

A construção civil é responsável por cerca de 40% das emissões de gases do efeito estufa, levando em consideração o ciclo de vida das edificações, indo desde a fabricação dos insumos a serem utilizados, ocupação final até as manutenções pós-obra. O setor, nesse aspecto, deve começar a pensar em soluções alternativas de baixo impacto e sustentáveis para a construção de novas edificações tendo em vista que estamos na era da 4ª Revolução Industrial, com facilidades tecnológicas que no século passado não existia e o avanço tecnológico nessa era está cada vez mais rápido.



Habitação de Interesse Social

Em termos gerais, a Habitação de Interesse Social é aquela que é voltada para a população de baixa renda e que não possui acesso à moradia formal. Tendo em vista isso, os Programas Habitacionais do Governo Federal vieram com o objetivo de viabilizar o acesso à moradia para essa parcela da população, assim como serviços públicos, reduzindo a desigualdade socioeconômica e buscando uma ocupação urbana mais ordenada.

O surgimento das HIS, num contexto geral, pode-se dizer que começou com as vilas e cidades operárias, durante o período da Revolução Industrial, durante o século XIX; entretanto, outros estudiosos consideram que o seu surgimento se deu no período entreguerras europeu, quando a demanda por habitação era alta e o movimento modernista estava se consolidando. Num contexto geral, o seu surgimento se dá pela expansão urbana e a crescente necessidade por habitações em massa e de baixo custo.

No Brasil, os programas voltados para HIS começaram na década de 30, devido à industrialização presente no país. Com isso, houve o fenômeno do êxodo rural, onde a população saía do meio rural para a cidade em busca de oportunidades e tinha como opção de moradia somente as vilas operárias e os cortiços.

Após isso, somente no ano de 1964, com a criação do Banco Nacional da Habitação, houve um programa voltado para essa política.

O Banco Nacional da Habitação (BNH) beneficiou amplamente a classes média e construiu conjuntos habitacionais populares de baixa qualidade em áreas periféricas. Uma política habitacional que relegou às populações de menor renda favelas e loteamentos precários. O BNH financiou, nos seus 22 anos de existência, 4,5 milhões de moradias, 1/4 de toda a produção, incluindo a produção informal (Santo Amore *et al.*, 2015).

Com o fim do BNH em 1986, o país só veio ter outros programas e ações voltados para esta pauta:

- 1986- A Caixa Econômica assume funções do extinto BNH;
- 1987- Instituição do Programa Nacional de Mutirão Comunitário;
- 1990- Criação do Programa de Ação Imediata para a Habitação;
- 1995 – 1998- Criação dos programas Pró- Moradia e Habitar Brasil;
- 2003- Criação do plano Nacional de Habitação e do Sistema Nacional de Habitação;
- 2009- Criação do Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV);
- 2020- Substituição do Programa Minha Casa Minha Vida pelo Casa Verde e Amarela.

Todos esses programas carregam consigo o estigma de serem máquinas de construção de habitações de baixa qualidade. São empreendimentos caracterizados pelo elevado custo de manutenção e pela segregação socioespacial pois, são edificadas em locais com pouca ou quase nenhuma infraestrutura básica e longe dos centros urbanos.

A maior parte dos projetos de Habitação de Interesse Social (HIS) produzidos no Brasil segue soluções padronizadas, tanto para habitações unifamiliares como para multifamiliares, com o objetivo



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
Thainá Santana da Hora, André Luiz dos Santos Barbosa

de minimizar os custos de projeto e construção. Como resultado, a qualidade das habitações, as diferenças climáticas e as necessidades dos usuários não são levadas em consideração, com habitações sendo concebidas sob a perspectiva de curto prazo da economia de investimentos de construção. (WRI, 2016)

HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL SUSTENTÁVEL

A aplicação da sustentabilidade em habitações é um tema que vem sendo debatido cada vez mais no Brasil, devido ao *déficit* habitacional pelo qual ainda passa. Os investimentos em Habitações de Interesse Social Sustentáveis têm um grande potencial para gerar benefícios socioeconômicos e ambientais para os cidadãos.

Para que essas habitações sejam consideradas sustentáveis, a sua concepção deve levar em consideração as esferas ambientais (ações responsáveis), sociais (equidade) e econômicas (viabilidade e geração de oportunidades). Entretanto, para que isso se fortaleça e se cumpra, não adianta essas medidas ficarem isoladas sem um conjunto de políticas públicas integradas e ações planejadas para se ter resultados mais efetivos.

O desenvolvimento sustentável constitui uma preocupação real para a indústria da construção, originando um esforço no sentido de transpor esse conceito para o ambiente construído, atendendo à elevada quantidade de recursos que consome, à elevada quantidade de resíduos que produz, à sua implicação na economia dos países e à sua inter-relação com a sociedade. A construção sustentável é a resposta do mercado da construção às metas e objetivos definidos para o desenvolvimento sustentável. Além disto, estima-se que, nos países desenvolvidos a maioria das pessoas passem entre 80% e 90% o seu tempo no interior de edifícios, pelo que o edifício tem grande relevância para o bem-estar e qualidade de vida das pessoas (Reis, 2015, p. 14).

O conselho Internacional de Construção (CIB) em 1994 definiu sete princípios para a construção sustentável, que são:

- 1- Reduzir o consumo de recursos;
- 2- Reutilizar recursos;
- 3- Utilizar recursos recicláveis;
- 4- Proteger a natureza;
- 5- Eliminar os produtos tóxicos;
- 6- Analisar os custos de ciclo de vida;
- 7- Assegurar a qualidade.

No panorama atual, dispomos de muitas tecnologias projetivas e construtivas para auxiliar na materialização de habitações com qualidade atendendo a demanda existente. Sobre as tecnologias sustentáveis, Edwards (2008) expõe que estas se encontram em uma posição de desenvolvimento avançado, no entanto, ainda não são praticadas na arquitetura de forma condizente com este avanço. Entretanto, para Wines (2008), as tecnologias sustentáveis ainda são vistas como acessórios



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
Thainá Santana da Hora, André Luiz dos Santos Barbosa

instalados nas edificações e não como parte integrante do projeto arquitetônico (*apud* De Souza *et al.*, 2016, p. 1).

Essas tecnologias são ferramentas importantes para a redução de custos, tempo, racionalização de materiais além da aplicação de técnicas que façam do ambiente construído um espaço sustentável. Para a concepção de projetos, por exemplo, deve-se aplicar o uso da arquitetura bioclimática além de técnicas projetuais que analisem a realidade local para traçar as necessidades e, assim, ser desenvolvido um projeto. No âmbito de tecnologias projetivas, temos hoje a metodologia BIM (*Building Information Modeling*- Modelagem da Informação da Construção) que vem sendo largamente explorada, onde estabelece uma nova perspectiva para o processo de projeto e execução de edificações. Gomes e Lima (2021) dizem que as simulações e modelagens no ambiente virtual apresentam grande potencial na previsão de problemas e, conseqüentemente, na proposição de soluções, tanto ambientais quanto do gerenciamento da obra. A integração virtual das informações e as projeções de empreendimentos são estratégicas na personalização de projetos, por proporcionar uma ampla variedade de resoluções, sistematizando os requisitos dos usuários, os impactos da obra e auxilia na tomada de decisão diante de contratempos.

Para incentivo, regulação e fiscalização de obras e projetos arquitetônicos, o Brasil tem estabelecido algumas ferramentas como a PNRS (Política Nacional de Resíduos Sólidos) constituída na Lei nº 12.305/2010, produto da cooperação dos setores público-privado e da sociedade civil, firmando a responsabilidade entre todos os setores associados à construção civil no que tange a geração, reutilização e destinação dos resíduos.

De forma, para orientar os profissionais e empresas de construção civil, foram estabelecidos também alguns instrumentos para adequação dos projetos como a ISO 9001 - Sistema de Gestão da Qualidade, ISO 21930 - Sustentabilidade na construção civil - Declaração ambiental de produtos para construção e ISO 15392 - Sustentabilidade na construção civil - Princípios gerais, o PROCEL Edifica (métodos de eficiência energética), e o OHSAS 18001 (*Occupational Health and Safety Management Systems*). Além disso, visando a melhoria das condições ambientais do setor temos as certificações ambientais que no Brasil se destacam a LEED (*Occupational Health and Safety Management Systems*) e a AQUA (*Alta Qualidade Ambiental*).

Em se tratando de técnicas e tecnologias construtivas, hoje temos uma série de modelos que se apresentam como sustentáveis como, por exemplo, o uso da terra crua e técnicas vernaculares (adobe, taipa de pilão, pau-a-pique, bambu etc.); tijolo de solocimento; ICF (*Insulated Concrete Forms*); Concreto PVC; *Light Steel Frame*; *Wood Frame*; EPS (Poliestireno Expandido); e os Pré-Fabricados de Concreto. Tem-se também a aplicação de sistemas de captação de água pluvial para reaproveitamento; reaproveitamento das águas cinzas (derivadas de pias e ralos) e águas negras (proveniente do vaso sanitário); captação de energia solar através de placas fotovoltaicas; jardins verticais e telhados verdes etc.

A aplicação dessas técnicas, metodologias e tecnologias construtivas são fundamentais para a escolha de um conjunto de soluções que consiga suprir as necessidades de demandas para o local



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
Thainá Santana da Hora, André Luiz dos Santos Barbosa

que uma HIS for inserida, dos indivíduos que irão usufruir do espaço edificado e não edificado, que seja de baixo custo e tecnicamente viável e de baixo impacto ambiental, agregando o conceito de sustentabilidade abrangendo as esferas ambiental, social, econômico, político e cultural.

A INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O mundo passou por três Revoluções Industriais, a primeira marcada pela mecanização da produção, impulsionada pela energia a vapor (ano de 1784); a segunda pela produção em massa conduzida através da energia elétrica (ano de 1870) e a terceira pela automação de forma completa das tarefas repetitivas (ano de 1969).

O termo Indústria 4.0, ou 4ª Revolução Industrial, surgiu na Alemanha e foi cunhado pela primeira vez no ano de 2011 para descrever o início do desenvolvimento de fábricas inteligentes e com potencial para autossuficiência. A ideia inicial era associar máquinas a programas para automatizar as operações, e hoje ela se caracteriza por unir o mundo físico, o digital e o biológico através de tecnologias como: inteligência artificial; robótica; internet das coisas; cibersegurança; big data; computação em nuvem; veículos autônomos; impressão 3D; nanotecnologia etc.

Na Indústria 4.0 o bem mais valioso é a informação e os 3 componentes chave dessa indústria são:

- Cyber physical Systems* (CPS) – Sistemas que permitem a conexão de operações reais com infraestruturas de computação e comunicação automatizada;
- Internet das Coisas (*Internet of Things*) – Permite que objetos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos com tecnologia embarcada interajam;
- Fábricas inteligentes (*smart factories*) – Com alto nível de automação, empregam CPSs nos sistemas produtivos gerando ganhos de eficiência, tempo, recursos e custos.

A Indústria 4.0 se caracteriza pela integração de tecnologias de informação e, uma nova visão de negócios voltados para a transformação digital, permitindo maior produtividade nos processos, flexibilidade e melhorias no gerenciamento. Isso se dá devido à automação dos processos e rápida troca de informações em alta velocidade.

Apesar de o setor da construção civil ser ainda considerado um dos setores menos informatizados e com menor automação, é possível observar que há progressos em estudos e aplicações de algumas tecnologias advindas desse fenômeno. Com isso, é possível destacar mudanças como redução nos custos de mão-de-obra com automação dos processos, rastreamento de maquinários e insumos além de uma economia de tempo com o emprego de manufatura aditiva e pré-fabricados.

O setor começou a sua evolução com a adoção de sistema CAD, avançou para o sistema BIM, e depois veio soluções em nuvem, pré-fabricação, automação, impressão 3D, realidade virtual, drones, sensores e robôs, além da colaboração em troca de informações compartilhadas quase que em tempo real.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
Thainá Santana da Hora, André Luiz dos Santos Barbosa

As aplicações das tecnologias da Indústria 4.0 na construção civil são as mais variadas, e continuam a crescer cada vez mais. A adequada utilização desses novos recursos gerará mudanças de valor para a gestão da construção, além de fornecer condições para atuar de forma preditiva, segura, com transparência e eficiência em seus processos construtivos, serviços e de engenharia (Souza, 2022, p. 16).

Sendo assim, a Construção 4.0 pode ser definida a partir de dois pilares: digitalização da indústria da construção, através de novas tecnologias abrangendo a indústria, fornecedores, ambiente e pessoas, com o foco na melhoria da produtividade; e industrialização dos processos construtivos, por meio de tecnologias que promovem a industrialização do canteiro de obras, buscando eficiência na construção através da automatização nos processos construtivos.

Em seu estudo, Oesterreich e Teuteberg (2016) separaram as tecnologias da Indústria 4.0 aplicadas na Construção Civil em três clusters: fábrica inteligente, simulação e modelagem e digitalização e virtualização, esses clusters também são citados por Maskuriy *et al.* (2019a) e Muñoz-La Rivera *et al.* (2021).

- i. Fábrica inteligente – é voltada a auxiliar a integração de processos produtivos, automatizando processos e modularizando. Nesse cluster, as tecnologias apresentadas são: Sistemas ciber-físicos (CPS) sistemas incorporados, Identificação por radiofrequência (RFID), Internet das coisas (IoT)/Internet dos serviços (IoS), Automação, Modularização/Pré-fabricação, Fabricação Aditiva, *Product-Lifecycle-Management* (PLM), Robótica e Interação humano-computador.
- ii. Simulação e Modelagem – voltado a todo o processo construtivo, desde o projeto, passando pela construção e a operação das edificações. Utilizando ferramentas de simulação, realidade aumentada (AR), virtual (VR) e mista (MR) e BIM.
- iii. Digitalização e Virtualização – faz a integração dos dois primeiros aspectos por meio de big data, computação em nuvem, computação móvel, mídia social e digitalização (*apud* Santos, 2022, p. 35 e 36)

Com a aplicação correta desses conceitos e utilização de recursos adequados, de acordo com a necessidade de cada empreendimento ou empresa, haverá maior produção em massa; ganho de produtividade; economia em materiais, equipamentos, mão de obra; e conseqüentemente haverá melhoria na qualidade do produto entregue, redução de riscos para os colaboradores e principalmente menor dano ambiental causado por todo o processo até chegar ao produto final.

Entretanto, a maior dificuldade para a implementação dessas tecnologias é que o custo para a implementação das tecnologias ainda é alto; mão de obra qualificada cara e escassa; necessidade de mudanças organizacionais e processos; além de haver pouco incentivo governamental.

METODOLOGIAS E TÉCNICAS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS 4.0 PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

As inovações tecnológicas aplicadas à indústria da construção civil, têm sido adotadas com o intuito de redução de custos no canteiro de obras, tempo e materiais nos processos de construção.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
Thainá Santana da Hora, André Luiz dos Santos Barbosa

Essas tecnologias são utilizadas para projetos (modelagem e simulação), gerenciamento de processos, processos construtivos etc.

A principal característica da construção civil, sob o aspecto da Indústria 4.0 é o ganho de desempenho na etapa primordial que é o processo de criação de projetos, ao usar modelagem e simulações virtuais do que será aplicado na realidade em condições físicas e ambientais. E esse ganho de desempenho é possível através da metodologia BIM (*Building Information Modeling*), onde se é utilizada em *softwares* projetuais específicos.

Além do processo projetual, temos outra característica que é a transformação do canteiro de obras em um fábrica, por meio do emprego de técnicas e materiais construtivos como:

- ICF (*Insulated Concrete Forms*) - construção modular, feita através de fôrmas de concreto isoladas. Essas fôrmas são feitas de EPS, e são unidas por elementos metálicos que funcionam como estribos e possuem encaixes nas partes de superior, inferior e laterais, fazendo com que sua montagem funcione como um “lego” em grande escala. Após a montagem de fiadas, essas fôrmas são concretadas, formando um sistema monolítico onde as fôrmas EPS permanecem para receber o acabamento final.

Esse sistema garante agilidade, redução de mão-de-obra, alta resistência e durabilidade além de sustentável por ser um material 100% reciclável. No entanto, possui ainda um investimento inicial elevado, dificuldade de encontrar mão-de-obra qualificada, as paredes por serem mais espessas reduzem o espaço útil, e a dificuldade em alterações na estrutura após a edificação estar construída.

- *Ecogrid*- é um sistema que foi desenvolvido pela empresa LCP Engenharia, utilizando a tecnologia SCIP (*Structural Concrete Isulated Panel*), sendo utilizado para o levante de paredes, telhados, lajes e pisos. É formado por duas malhas de ferro galvanizado, soldadas, que abraçam os blocos de EPS formando assim um “sanduíche” e complementado com uma argamassa de 9 a 13 MPA projetada na superfície, formando assim uma argamassa armada.

O sistema, além de sustentável, por ser total reciclável, garante agilidade no processo da obra, flexibilidade para mudanças de reformas, redução de resíduos e desperdícios, alto isolamento térmico e antimofo além de ser altamente durável. Contudo, ainda há dificuldade para encontrar mão-de-obra qualificada e fácil acesso a distribuidores do material.

- Concreto PVC - feito através de um sistema modular de encaixe, onde as paredes são feitas de perfis vazados de PVC e acoplados entre si. Esses painéis são fabricados em indústria e sob medida para cada tipo de projeto. Após a montagem no canteiro de obras, esses painéis são preenchidos com concreto e aço estrutural. O tempo de execução é cerca de três vezes menor que um sistema de construção convencional e não tem nenhum tipo de resíduo na obra, pois já vem tudo cortado da fábrica.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
Thainá Santana da Hora, André Luiz dos Santos Barbosa

O sistema ainda permite que sejam feitas ampliações após a construção estar pronta e aceita bem as interfaces com alvenaria estrutural. Além disso, é isolante térmico e acústico, dispensa acabamento de pintura, redução de 27% no consumo de material, redução de 80% de desperdício além de economia de água e energia na obra durante o processo de execução.

Apesar de boas vantagens, o sistema ainda possui o preço de cerca de 20% maior que o da alvenaria convencional, há poucos fornecedores no mercado, e as paredes podem passar um pouco de vibrações em caso de muita intensidade de ventos.

- Tijolo Ecológico - é feito através da compressão do solo com cimento e água, e não passa pelo processo de queima. Possui variações de tijolo maciço e tijolo de dois furos, sendo que este último permite a inserção de ferragens e tubulações. Esse tijolo possui encaixes, fazendo com que haja uma redução no uso de argamassa e que a obra fique mais limpa e sua execução seja mais rápida.

O uso desse tijolo pode ser uma alternativa ao descarte de resíduos, pode ser associado a outros materiais, confere bom isolamento termoacústico, e menor impacto ambiental durante o processo de produção. Entretanto, há uma necessidade mão-de-obra qualificada, o preço é cerca de quatro vezes maior que o tijolo convencional e baixa disponibilidade de fornecedores.

- *Fubox*- desenvolvido pela *Fuplastic*, é um sistema de tijolos encaixáveis que funciona semelhante a um 'lego'. O material é feito a partir da reciclagem do plástico, onde são utilizados cerca de 500gr para a produção de uma unidade. O material possibilita criação de diversas estruturas, e a empresa responsável está produzindo kits prontos de casas para comercializar junto com um manual para que o comprador possa montar ou contratar uma construtora para isso.

Em meados do ano de 2009, o cenário da construção civil sofreu uma transformação. Foi quando houve um grande aumento da demanda por novas obras, causado principalmente pelo esforço do Governo Federal em diminuir o déficit habitacional no país em curto espaço de tempo. Tal esforço se deu por meio do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). (CBIC, 2016, p. 14)

Com a criação do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) se abriu espaço para o início do processo de transformação no setor da construção civil, pois houve a necessidade da adoção de meios para o aumento de produção em massa, devido à alta demanda e baixa mão-de-obra.

Essa transformação, de acordo com a CBIC (2016) é distribuída em seis áreas na construção civil do Brasil: sistema de estrutura; sistema de piso; sistema de vedação; sistema de cobertura; sistema de instalação; ferramenta, máquina ou equipamento.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
Thainá Santana da Hora, André Luiz dos Santos Barbosa

SISTEMA DE ESTRUTURA	SISTEMA DE PISO	SISTEMA DE COBERTURA	SISTEMA DE INSTALAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> - Laje em Steel Deck - Escoramento de alumínio - Bubbledeck - Fôrma-Bloco - Poços de Elevador - Forma Metálica - Fôrma autotrepante - Reservatório Modular - Suporte para fôrma - Escoramento ajustável - Fôrma deslizante - Laje seca com painel cimentício - Concreto autoadensável - Escoramento de trincheira - Solo Grampeado 	<ul style="list-style-type: none"> - Concreto Permeável - Impermeabilização Projetada - Pavimento Drenante - Espaçador de cerâmica - Impermeabilizante Líquido - Piso sobre Piso - Piso reforçado com Fibras - Contrapiso Flutuante - Contrapiso Autonivelante - Membrana EPDM - Manta Anti-Raiz - Manta Isolante - Piso elevado - Piso Plástico Modular - Fixação de Tela c/ Argamassa 	<ul style="list-style-type: none"> - Tela Shingle - Telhado Verde - Telha de Fibra - Telha de Poliéster - Roof IT - Telha de PVC - Roll-On - Telhado Branco - Cobertura de Light Steel Framing - Telha de Concreto - Telha Asfáltica - Telha de Cobre - Telha de Vidro - Telha de Plástico 	<ul style="list-style-type: none"> - Kit Hidráulico Pré-Montado - Polietileno Reticulado (PEX) - Caixas Elétricas Chumbadas Em Peças Pré-Moldadas - Aquecedor Solar - Interruptor Sem Fio - Esquadria Automática - Fechadura Eletrônica - Automação Residencial

Figura 1- Lista de técnicas, métodos e tecnologias inovadoras na Construção Civil

Fonte: CBIC,2016

SISTEMA DE VEDAÇÃO	FERRAMENTA, MÁQUINA OU EQUIPAMENTO
<ul style="list-style-type: none"> - Painéis de Bloco Cerâmico - Sistema leve em madeira - Fachada em painéis de Base cimentícia - Light Steel Framing - Banheiro Pronto - Casa Pré-Moldada - Argamassa Projetada - Gesso Projetado - Fachada Curva - Fachada Plástica - Revestimento em Monocamada - Painéis de PVC + Concreto - Bloco Canaleta - Painel Pré-Moldado De concreto e bloco - Fachada Unitizada - Painel de Concreto c/ Placa de EPS 	<ul style="list-style-type: none"> - Chapa Cimentícia - Fachada Ventilada - Painéis Pré-Fabricados - Quick Jet - Argamassa Industrializada - Parede de concreto c/ Polímero - Parede de concreto Armado - Fôrma Plástica - Janela s/ Contramarco - Wood Frame - Gabarito de Alumínio - Painel Estrutural Pré-Moldado - Painel de Concreto c/ Plenum - Drywall - Alvenaria Estrutural - WallFlore -
	<ul style="list-style-type: none"> - Elevador Cremalheira - Uso de Bisnagas - Desempenadeira Mecânica - Lavadora de Pressão - Niveleta - Politriz - Desempenadeira Estreita - Mastro Hidráulico - Mesa Voadora - Pintura Airless - Pórtico Rolante - Grua Basculante - Trena a laser - ISOWELD 300 - Mont-tour - Hidrofresa - Andaime Fachadeiro - Estaca do tipo hélice contínua - Bomba Misturadora de Argamassa - Auto-Concreteira - Bomba Estacionária - Compactador de solo - Guilhotina p/ paver - Guincho de elevação - Mangote e vibrador - Nível a laser - Pórtico sobre Pneus - Usina de concreto móvel - Câmera de segurança - Misturador de concreto - Robô Demolidor - Carregadeira
	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema antiqueda - Serra p/ corte - Acabadora de argamassa - Serra parede - Hidrodemolidora - Instalador de vidro - Guincho de base - Amarrador de armadura - Britador móvel - Moinho de martelo - Condutor de entulho - Arrasador de estaca - Guincho para poço - Drone - Holiday detector - Jet Grouting - Bomba Centífuga - Manipulador Telescópico - Plataforma 800 AJ - Plataforma Tipo Tesoura - Ferrodetector - Laser Screed - Rodo Tipo Float - Balacim Elétrico - Rebocadora - Cortadora de Piso - Sensor de Umidade - Sensor para dosador - Régua Vibratória - Betoneira Rotativa - Scanner - Parafusadeira - Dosador de Fibra - Controlador de temperatura - Tripod Archi

Figura 2- Lista de técnicas, métodos e tecnologias inovadoras na Construção Civil

Fonte: CBIC,2016



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
Thainá Santana da Hora, André Luiz dos Santos Barbosa

CONSIDERAÇÕES

Esta pesquisa mostrou que as inovações tecnológicas atuais, aplicáveis à construção civil, podem gerar um impacto significativo no âmbito de construções sustentáveis, principalmente no que tange aos sistemas modulares de produção em massa para habitações de interesse social. Essas inovações viabilizam os conceitos do setor fomentando a digitalização dos processos e interoperabilidade, principalmente com o uso de ferramentas como o BIM em seus processos iniciais e pós-obra. No canteiro de obras, essa transformação auxilia na gestão das obras, qualidade de execução e agilidade além da redução de custos e riscos para os trabalhadores.

O setor há ainda muito que se desenvolver, através de novas pesquisas e inserção de novos materiais e técnicas construtivas, e incentivos ao crescimento e difusão nesse aspecto pois, ainda estamos dando passos pequenos por conta da priorização de metodologias artesanais e o medo da mudança. De acordo com a CBIC (2016), o uso de muitas inovações ainda não está bem difundido entre as empresas, pois ainda faltam informações sobre os benefícios indiretos, o medo de investir capital em inovações e falta de informações disponíveis.

Além disso, outras barreiras que podemos citar são a falta de estrutura das empresas, falta de mão-de-obra qualificada, falta de incentivo governamental e o alto custo para a implantação. No entanto, nota-se que num futuro não tão longe, o Brasil inserirá boas práticas construtivas da indústria 4.0 em suas construções num modo geral.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Stefanie Almeida; BERTINI, Alexandre Araújo. Desempenho de Sistemas Construtivos Inovadores para Habitações no Brasil. *In: TCSIC 2019, 2º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos*, 28-29 de agosto de 2019.

CATÁLOGO DE INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL. CÂMARA BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Catálogo de Inovação na Construção Civil**. Brasília: CBIC, 2016. 137p. Disponível em: https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catálogo_de_Inovação_na_Construção_Civil_2016.pdf. Acesso em 07 jul. 2023.

CAVALCANTI, Vladyr Yuri Soares de Lima; Indústria 4.0: Desafios e Perspectivas na Construção Civil. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 4, p. 146-158, ago/set 2018.

LEITE, Gabriela Eloanne Vidal. **Estudo do Impacto da Quarta Revolução Industrial na Cadeia Produtiva da Indústria da Construção Civil no Agreste Pernambucano**. 2022. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção, Caruaru- PE, 96 p., 2022.

OLIVEIRA, T. D. D.; SALA, L. G.; PIRES, D. M.; AMARAL, B. S.; MORAIS, J. D. Habitação de Interesse Social – HIS: reflexões acerca de alternativas construtivas sustentáveis. *In: ENSUS 2018 VI Encontro de Sustentabilidade em Projeto*, Florianópolis – SC, 18-20 de abril de 2018.

SANTOS, Rafaela Lima dos; SANTANA, Júlio Cesar Oliveira. Materiais de Construção Sustentáveis em Empreendimentos de Habitação de Interesse Social Financiados pelo PMCMV. **Mix Sustentável**, v. 3, n. 3, p. 49-58, 2017.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

INDÚSTRIA 4.0 NA CONSTRUÇÃO CIVIL E TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS PARA HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL
Thainá Santana da Hora, André Luiz dos Santos Barbosa

SANTOS, Shayane Betiatto dos. Mapeamento das Tecnologias para Implementação da Indústria 4.0 na Construção Civil Brasileira. 2022. 107f. Dissertação (Mestrado) - Engenharia de Produção, Pato Branco- PR, 2022.

SILVA JUNIOR, D.; SANTOS, R.; SANTOS, I. Inovações da Indústria 4.0 na Gestão de Processos na Prestação de Serviços na Construção Civil. **Future Studies Research Journal: Trends and Strategies [FSRJ]**, v. 12, n. 3, p. 394-415, 2020.

SILVA, Alice Duarte da; SIMÃO, Alessandra dos Santos; MENEZES, Carlos Augusto Gabriel. Impactos da Indústria 4.0 na Construção Civil Brasileira. *In: **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia (XVSEGet)***, 30-31 de outubro e 01 de novembro de 2018.

SOARES JÚNIOR, Gilberto Gomes; BACHIM, Thyago. A Gestão de Projetos Building Information Modelling (BIM) em Projetos da Construção Civil no Contexto da Indústria 4.0. *In: **VIII SINGEP - Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade***, São Paulo, SP, p. 01- 15, 01-03 out. 2020.

ZANELLA, Regina Célia. O Barro Como Proposta de Material para a Construção Sustentável. *In: **XII Safety, Health and Environment World Congress***, São Paulo, SP, p. 366- 369, jul 22-25, 2012.

OESTERREICH, T. D.; TEUTEBERG, F. Understanding the implications of digitisation and automation in the context of Industry 4.0: A triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. **Computers in Industry**, v. 83, p. 121–139, 2016.

MUÑOZ-LA RIVERA, F.; MORA-SERRANO, J.; VALERO, I.; OÑATE, E. Methodological-Technological Framework for Construction 4.0. **Archives of Computational Methods in Engineering**, v. 28, n. 2, p. 689–711, 2021.

MASKURIY, R.; SELAMAT, A.; MARESOVA, P.; KREJCAR, O.; DAVID, O. O. Industry 4.0 for the construction industry: Review of management perspective. **Economies**, v. 7, n. 3, 2019