

MORADIAS POPULARES: TECNOLOGIAS SUSTENTAVÉIS PARA CONSTRUÇÕES EM ALVENARIA NO BRASIL.

**POPULAR HOUSINGS: SUSTAINABLE TECHNOLOGIES FOR
CONSTRUCTION IN MASONRY IN BRAZIL.**

Kayo Vinicius de Fraga Gois

kayovfg@gmail.com

Ronaldo Faustino da Silva

ronaldofaustino@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi estudar e propor tecnologias que estão sendo utilizadas no Brasil como soluções para a construção de residências populares, que sejam sustentáveis e economicamente viáveis. Além de tudo, entender quais os fatores que favorecem ou impedem sua utilização no país.

Todo o trabalho foi embasado através de pesquisas bibliográficas por meio de artigos, dissertações, normas técnicas, legislações vigentes, documentos governamentais, material técnico de empresas especializadas, dentre outros materiais, afim de trazer uma análise sob diferentes perspectivas.

Posteriormente foi montado um quadro resumo com as principais características de cada tecnologia construtiva abordada, citando suas vantagens e desvantagens para aplicação no cenário local, como exemplo, foi considerado a aplicação na região metropolitana do Recife no estado de Pernambuco.

Pôde entender-se que dentre as alternativas apresentadas no trabalho, o Light Steel Frame foi a tecnologia que se apresentou com maior potencial para atender a necessidade do déficit habitacional brasileiro voltado para famílias que se enquadram em programas governamentais de habitação voltados para residências populares.

Palavras-chave: Construção civil, inovação, tecnologia, moradias populares.

ABSTRACT

The objective of this research was to study and propose technologies that are being used in Brazil as solutions for the construction of popular homes that are sustainable and economically viable. In addition, understand what factors favor or prevent its use in the country.

All the work was based on bibliographic research through articles, dissertations, technical standards, current legislation, government documents, technical material of specialized companies, among other materials, in order to bring an analysis from different perspectives.

Subsequently, a summary table was set up with the main characteristics of each constructive technology addressed, citing its advantages and disadvantages for application in the local scenario, as an example, it was considered the application in the metropolitan region of Recife in the state of Pernambuco.

It could be understood that among the alternatives presented at work, Light Steel Frame was the technology that presented itself with the greatest potential to meet the need of the Brazilian housing deficit aimed at families that fall under government housing programs aimed at popular homes.

Keywords: Civil construction, innovation, technology, popular houses.

1 INTRODUÇÃO

Inovação é um termo indispensável para qualquer área, pois a cada momento nos deparamos com situações que exigem adaptações e soluções criativas. Na construção civil, quando se trata habitações populares, não é diferente, pois, esta é uma área que necessita de inovações construtivas para sanar dois problemas que assolam esse nicho no Brasil, envolvendo tanto o considerável impacto ambiental causado pela indústria e o Déficit habitacional.

Segundo Fonseca e Maintinguer (2019), a indústria da construção consome cerca de 70% dos recursos disponíveis no planeta e que junto ao alto consumo de matéria prima, a construção civil é um dos setores que mais causam impacto ambiental negativo no mundo, tanto pela emissão de resíduos quanto na emissão de gases. Só a indústria do cimento em sua produção gerou 8% das emissões de CO₂ a nível mundial, conforme dados da *Chatham House* (RODGERS, L. 2018). Além disso, junto ao cimento, existem outros materiais que são produzidos a base de queima e também emitem uma grande quantidade de CO₂ na atmosfera, tais como o aço, cal e cerâmica vermelha, que, culturalmente, são os materiais mais comuns empregados em edificações residenciais Brasileiras.

Não é novidade que o CO₂ é um dos gases que provocam o aquecimento global e muito se tem feito para tentar reduzir sua emissão na camada de ozônio a nível mundial, para que assim, se possa evitar maiores descontroles na temperatura do planeta, tema que foi tratado como

meta na Conferência do Clima das Nações Unidas COP-26 realizado em 2021, na qual o Brasil se comprometeu em mitigar 50% de gases de efeito estufa até 2030. (GENIN e FRASSON, 2021).

Aliado a grande a grande emissão de agentes poluente na sua produção e ao considerável nível de exploração de recursos naturais, o desperdício na construção civil também é outro fator que aumenta seus efeitos negativos ao meio ambiente, os resíduos gerados de construções e demolições em média nas cidades, correspondem de 40% a 70% dos resíduos sólidos nas cidades brasileiras. Só no Brasil, foram gerados 100 milhões de toneladas de resíduos da construção civil e reciclados apenas 16 milhões de toneladas, o restante seguiu para aterros sanitários ou outra destinação (ABRECON, 2021).

Portanto, pode-se enxergar que ainda não existe uma otimização na exploração, na produção e no destino dos materiais da construção civil, e, pode-se perceber que existe uma necessidade real de alternativas construtivas que possibilitem processos com percepção ecológica para promover o desenvolvimento sustentável das cidades.

“O desenvolvimento sustentável das cidades é considerado pela ONU um dos maiores desafios do século para a melhoria da qualidade de vida das comunidades (LIMA, Márcia; NERBAS, Patrícia; SILVA, Victória, 2020)”

Primeiramente, para classificar se as tecnologias são sustentáveis, elas devem ser analisadas através de alguns princípios que devem ser atendidos, segundo Kilbert, (1995) *apud* Souza, (2019), estes são:

1. Tecnologias que minimizam o consumo de recursos;
2. Tecnologias que maximizam a reutilização dos Recursos;
3. Tecnologias que utilizam recursos renováveis e Recicláveis;
4. Tecnologias que protegem o ambiente natural;
5. Tecnologias que criam um ambiente saudável e não Tóxico;
6. Tecnologias que fomentam a qualidade ao criar o Ambiente construído.

Junto a sustentabilidade destas construções, deve-se observar se as tecnologias sustentáveis atendem as normas técnicas vigentes, pois, uma grande barreira pode ser criada na implementação da tecnologia, caso esta metodologia construtiva não seja tecnicamente aceita. Desde 2013, no Brasil entrou em vigor a NBR 15575-Desempenho de edificações habitacionais, norma que desempenha papel importante na implementação de tecnologias inovadoras, orienta e traz parâmetros a serem seguidos para ofertar conforto térmico, acústico e segurança nas edificações habitacionais. Entretanto, ainda existe algumas particularidades para aceitação desta norma em sua totalidade, principalmente quando se fala agentes financeiros, nos quais, liberam crédito para a construção de moradias populares, no caso do Brasil, o maior agente provedor de crédito para a construção de moradias é a Caixa Econômica Federal.

Para alternativas de metodologias construtivas voltadas a moradias populares, além da sustentabilidade e viabilidade técnica, também é necessário pensar em sua viabilidade econômica, pois, se os métodos

construtivos encontrados para tal finalidade não forem viáveis do ponto de vista financeiro, poderá dificultar sua aceitação no mercado para tal utilização, isto é dado pelo fato de no país, a maior demanda de construção ser para as famílias de zero a três salários mínimos por mês, na qual correspondem a 62,1% da demanda brasileira (ABRANIC, 2021 apud VELOSO, 2021).

Junto a isto, segundo dados da Fundação João Pinheiros de 2020, informa que o déficit habitacional brasileiro em 2019 é de 5,877 milhões de habitações, predominantemente nas famílias de até três salários mínimos, ou seja, famílias que não possuem casa ou quando possuem, moram de forma inadequada (insalubre, improvisadas, coabitada ou demasiadamente caras).

Quando falamos de Recife, por exemplo, a capital do estado de Pernambuco, na qual possui em sua composição de região metropolitana, 15 municípios, e, segundo o IBGE com dados de 2017, Recife é a terceira área metropolitana mais densamente habitada, ainda com o IBGE, com dados de 2019, em Recife 80% da população recebe até 1 salário mínimo, sendo assim, Recife é a capital mais desigual do País, fato que grava os dados Nacionais supracitados.

Analisando todos estes dados, é previsível que as necessidades de moradias adequadas e sustentáveis serão crescentes nos últimos anos, e, segundo as previsões, esta demanda será liderada por famílias que possuem uma renda de até três salários mínimos por mês.

Figura 01-BRASIL – Distribuição da demanda habitacional por Faixas de renda - 2020-2030

Faixas de renda domiciliar	Mil unidades	Distribuição
Até 1 salário mínimo	2.098	17,7%
Mais de 1 a 3 salários mínimos	5.271	44,4%
Mais de 3 a 5 salários mínimos	2.251	19,0%
Mais de 5 a 10 salários mínimos	1.553	13,1%
Mais de 10 salários mínimos	697	5,9%
DEMANDA TOTAL	11.870	100,0%

Fonte: Ecconit, (2020)

Com isso, pode-se enxergar uma real necessidade, de um aprofundamento e oferta de tecnologias construtivas que sejam acessíveis financeiramente e respeitem o meio ambiente, para que seja possível assim mitigar estas problemáticas que assolam o país.

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi estudar e propor tecnologias que estão sendo utilizadas no Brasil como soluções para a construção de residências populares, que sejam sustentáveis e economicamente viáveis. Além de tudo, entender quais os fatores que favorecem ou impedem sua utilização no cenário local.

2 METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre habitações populares no Brasil, acerca das políticas públicas e legislação que as regem, e, quais fatores norteiam a construção no formato que são executadas atualmente.

Em seguida, foi realizado um levantamento de tecnologias que estão sendo utilizadas em outras cidades e estados, que se apresentam como construções sustentáveis, seja na produção da sua matéria prima ou em sua tecnologia construtiva, e que seu uso seja possível de aplicação em cidades com características similares com a cidade do Recife em Pernambuco.

Posteriormente, foi montado um quadro com as tecnologias abordadas, destacando os principais pontos positivos e negativos nos quais estão atrelados na utilização de cada.

Por fim, foi proposto a tecnologia mais adequada dentre as estudadas nesta pesquisa.

3 TIPOLOGIA CONSTRUTIVA ATUAL E OUTRAS ALTERNATIVAS TÉCNOLÓGICAS CONSTRUTIVAS

3.1 Situação das habitações populares no Brasil.

A habitação popular está associada basicamente à necessidade de fornecer moradia para as classes menos favorecidos da população. Esta habitação pode ser provida pelo setor público ou privado, com finalidade de venda ou aluguel aos seus moradores (BLAY, 1985; FRANCESCATO *et al.*, 1979; LAY, 2001; LEITE, 2005; REIS, 1992 *apud* RIBAS, *et al.*, 2019).

No Brasil, segundo o ministério das cidades (2019), até 2023 é tido como meta a construção de 28 milhões de unidades habitacionais para atender a demanda futura, para isso, um dos programas que é mais utilizado para combater esse déficit é o programa Casa Verde e Amarela, anteriormente chamado de Minha Casa Minha Vida Minha vida.

Neste programa, que tem como agente operador de crédito imobiliário, a Caixa Econômica Federal, no qual tem como objetivo atender famílias que possuem renda igual ou inferior a R\$ 7.000,00. O programa é

subdividido em duas modalidades e por faixas de renda (CAIXA, 2022):

- Faixa 1-Renda familiar mensal de até R\$ 2.000,00;
- Faixa 2-Renda familiar mensal de até 4.000,00;
- Faixa 3-Renda familiar mensal de até R\$7.000,00;

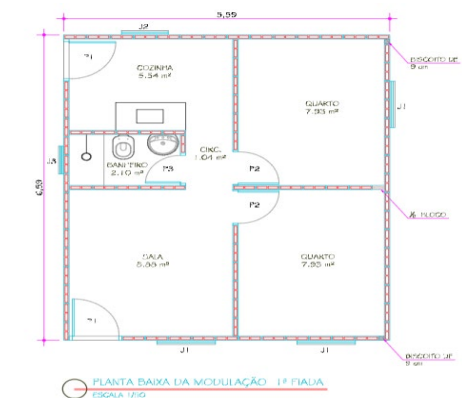
Também existe o programa de Habitação de Interesse Social- HSI, que atende famílias que possuem renda mensal de até R\$ 1.800,00. Normalmente para esta modalidade, existe um projeto padrão em alvenaria que é implementado em larga escala em diversas cidades brasileiras.

Figura 2-Modelo de casas populares padrão



Fonte: ABC HABITAÇÃO,(2017).

Figura 3-Projeto estrutural de casas populares padrão-caixa econômica federal utilizando blocos em concreto



Fonte: Cadernos CAIXA Projeto padrão – casas populares GIDUR/VT Vitória - ES fevereiro , 2006

Por mais que o programa tenha a função social bem definida e beneficie as famílias, atualmente, ainda não é visto qualquer incentivo suficiente, ou, alguma exigência normativa de mudanças nos padrões construtivos praticados para as casas populares, principalmente no que toca à sustentabilidade das construções, isto pode ser observado no manual de instruções da casa verde e amarela, aprovado pela Resolução CCFDS nº 225, de 17 de dezembro de 2020 e, regulamentado pela Instrução Normativa nº 2, de 21 de janeiro de 2021. Pode-se perceber que apenas é objetivado o desenvolvimento econômico, e não um desenvolvimento econômico sustentável.

O desenvolvimento sustentável é um complexo de valores inerentes ao a bons comportamentos humanos, além dos aspectos ecológicos a serem considerados na formulação de estratégias para soluções aceitáveis, inclusive os interesses e a qualidade de vida dos indivíduos do local, pois, a exploração ambiental já está sendo reconhecida como não somente problemas físico-químicos, biológicos ou técnicos, mas, significativamente, como problemas sócio comportamentais (SADAN; CHURCHMAN, 1996 apud REIS e LAY apud 2010).

Segundo o manual técnico do programa Casa Verde e Amarela, disponibilizado pela Caixa Econômica Federal, é exigido que as construções

possuam NBR vigentes, ou no caso de inovação, possuam DATec válido, emitido pelo Sistema Nacional de Avaliação Técnica-SINAT, validado por setor específico conforme trecho citado do COT-Caderno de orientações técnicas-PF 27-Vigência: 01/06/2021(De acordo com o sistema normativo sem prescrição técnica 3.4.1).:

“Para a utilização de componentes, elementos ou sistemas construtivos inovadores, ou aqueles executados com aperfeiçoamento tecnológico e ainda sem normatização prescritiva, é necessária a comprovação de desempenho, conforme PBQP-H - SiNAT, pela apresentação de DATec válido, à exemplo dos sistemas Wood Framing, Steel Framing, Paredes de concreto não previstas nas normas ABNT vigentes, vedação vertical em madeira, etc.

3.4.2 A CIHAR de vinculação fará a análise e manifestação referente a aceitação da inovação (COT,2021)”

Ou seja, mesmo que haja a inovação que atenda a NBR15575-Desempenho de edificações habitacionais, esta, tem de estar validada pelo SINAT(Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais) previamente para que se possa posteriormente ser analisada e validada pela Caixa Econômica Federal.

Portando, devido a estes fatores supracitados, é possível verificar que

diversas tecnologias construtivas, não necessariamente novas, ainda não são permitidas para aplicação em programas de habitação governamentais.

Para esta pesquisa, apenas será abordado a cerca de três tecnologias construtivas, duas que apresentam um potencial para a região, entretanto não são elegíveis para os programas habitacionais nos moldes atuais, e uma tecnologia que apresenta potencial e é já é possível fazer uso nestes programas.

3.2 Sistema construtivos sustentáveis aplicáveis na região metropolitana do Recife-PE.

3.2.1 Construção utilizando tijolos ecológicos.

A construção de residências construídas com blocos ecológicos, já é alvo de bastantes estudos e vem se mostrando uma alternativa excelente tanto no quesito sustentabilidade quanto economia em relação a blocos de concreto, por exemplo, estimasse, que o custo final da obra chega a ser cerca de 40-45% inferior (ABCP,1987 *apud* SOUSA, 2019), um dos fatores impactantes é que este sistema promove uma diminuição de, aproximadamente, 30% no tempo de realização da obra (SANTANA, et al, 2020).

O tijolo ecológico tem o processo produtivo diferente dos comuns, pois não possui queima, evitando assim a emissão de gases tóxicos na atmosfera, além de ser caracterizado como um sistema modular que

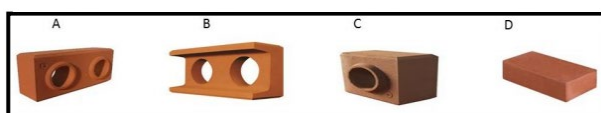
proporciona as obras praticidade, qualidade e agilidade em sua aplicação, além da redução do desperdício durante a construção no processo de assentamento, hidráulico, elétrico e acabamento.

“Tijolos modulares produzidos com solo, cimento e areia.

O formato do tijolo permite a passagem das tubulações de água e eletricidade, eliminando a quebra das paredes e diminuindo o tempo de obra. As peças não passam pelo processo de queima, evitando o desmatamento e a poluição do ar. O material possui ótimo acabamento, dispensando as camadas de revestimento (PERIM, 2014)”

As produções dos tijolos ecológicos são norteadas pela NBR 10833, os blocos apresentam variadas alturas, dimensões e modelos, configuram-se em furados (A), furado com canaleta (B), meio tijolo (C) e maciços (D) conforme a figura 4.

Figura 4-Tipos de tijolos ecológicos



‘Fonte: TIJOLO ECOLÓGICO: PRODUÇÃO, CARACTERÍSTICAS DE PROJETO E RENDIMENTO DE MÃO DE OBRA NA CONSTRUÇÃO DE RESIDÊNCIAS DE DIFERENTES PADRÕES, (2017).

Uma grande vantagem do quanto a esta tipologia construtiva é a reutilização dos “entulhos” dos próprios tijolos, pois estes podem ser reciclados e reutilizados, impedindo o descarte inapropriado, gerando economia de custos, eliminação de perdas e um aproveitamento excelente da matéria prima (SANTANA, 2020).

Aliado a economia e a sustentabilidade, o tijolo tem diversas vantagens por possuir uma resistência seis vezes maior do que a de um tijolo tradicional e devido a sua constituição possibilita um excelente isolamento térmico. O tijolo ecológico necessita do certificado de determinação de resistência e absorção d’água realizados em laboratório. (SANTANA, 2020).

Dentre algumas vantagens do tijolo ecológico para a construção civil, podemos destacar segundo Dos Santos et al. (2009 *apud* FIAIS e SOUZA, 2017):

- Pode ser utilizado o próprio tijolo a vista, ficando um acabamento excelente;
- Elimina o uso da madeira, pois as vigas e pilares são feitos dentro do próprio tijolo;
- Caso optar por utilizar o reboco, necessita menos cimento do que na forma convencional;
- O tijolo apresenta furos em seu interior, onde são formadas câmaras de ar, oferecendo isolamento acústico;
- Também apresenta isolamento térmico. Nos dias mais frios a temperatura interna é mantida mais elevada que o ambiente externo, e no calor proporciona uma sensação de frescor;
- Maior uniformidade de fabricação;
- Toda a instalação hidráulica e elétrica é feita pelos furos dos tijolos;

Figura 05-Detalhe tijolos ecológicos com armação e instalações



Fonte: Mix Máquinas-último acesso em (2021)

Em relação as desvantagens do tijolo ecológico, Kleindienst (2016) *apud* FIAIS e SOUZA, (2017) ressalta:

- Absorve mais umidade do que o tijolo convencional, precisando de mais impermeabilização;
- Por ser de alvenaria estrutural, impõe restrições à remoção de paredes e abertura de novos vãos;
- As especificações hidráulicas e elétricas devem ser muito bem planejadas. Essa atenção evitará possíveis mudanças durante a execução da obra, falhas ou localização errada de interruptores, evitando quebras e reparos futuros;
- No caso de paredes com o tijolo exposto, caso seja necessário fazer algum conserto, é muito difícil não ficar evidente que foi feito o reparo. E é necessário encontrar tijolos com tonalidade semelhante para repor os danificados, o que não é tão simples assim;
- Precisa de mão de obra especializada;
- Por ser um tijolo muito poroso, uma vez manchado, manchado para sempre;

- Baixa resistência a impactos, em áreas como quinas e cantos;
- Os fabricantes não seguem uma padronização, sendo que cada um produz com medidas próprias.

Figura 06-Casas padrão popular construídas com tijolos ecológicos



Fonte: Revista FBGA, (2019)

Segundo Helton Winter, responsável pelo blog SmartBrick (2019), a tecnologia de fabricação do tijolo modular estrutural, conhecido como tijolo ecológico estar disponível no Brasil desde a década de 1960, sua aplicação nunca foi disseminada, porém, de há cerca de dez anos, a tecnologia de tijolos ecológicos teve grande avanço e redução de custos, possibilitando pequenos construtores a adquirirem equipamentos para fabricação própria em escala suficiente para uma mudança no cenário local, destacando cidades como Palmas – PR e Campo Grande – MS .

“Devido ao alto custo de frete e da relativa escassez de fabricantes de tijolos ecológicos, ainda há muito o que fazer no sentido de melhorar a qualidade de vida das pessoas e ao mesmo tempo reduzir ao máximo a agressão ao meio ambiente pela construção civil.

Porém, com o devido apoio de prefeituras e organizações não governamentais é possível transformar a paisagem e melhorar drasticamente a qualidade do ar através da utilização do tijolo modular estrutural na construção de casas populares, conjuntos habitacionais horizontais e prédios públicos.

No Brasil e em diversos países ainda se faz necessário o poder público adotar um avanço tecnológico em prol do meio ambiente e do social de forma a gerar a massa crítica necessária para a definitiva troca de tecnologia, seja construtiva, social ou de transporte (WINTER, 2019) ”.

Ainda hoje poucas pessoas constroem suas casas com tijolos ecológicos, por desconhecimento da tecnologia ou, quando já a conhecem e querem usá-la esbarram no alto custo do frete e problemas de financiamento (WINTER, 2019), podendo-se assim complementar que, os tijolos ecológicos, não possuem DATec válido pelo SINAT, portanto não se enquadram em programas de financiamento como o Casa Verde e Amarela.

3.2.2 Construção utilizando containers marítimos.

O sistema construtivo utilizando de containers marítimos já vem sendo explorado para diversos fins na construção civil, de forma inicial em canteiro de obras, como escritórios, banheiros e almoxarifados, até chegarem

no seu potencial máximo e começaram a ser utilizados como residências, tendência foi iniciada na Europa, cidades feitas de container são projetadas com o intuito de fornecer saídas alternativas alcançáveis (Eduardo IDA, 2011 apud RODRIGUES, 2015).

Em portos marítimos brasileiros existem containers que são deixados em perfeito estado por já terem alcançado sua vida útil em sua finalidade logística e não poderem mais serem utilizados para esta finalidade, sendo inviável economicamente mandá-los de volta ao seu local de origem gerando um acúmulo deste material nos portos de destino, tal acúmulo tornou-se uma alternativa para a construção civil, por fornecer estruturas de baixo custo, gerando economia de recurso, trazendo inúmeras vantagens (BOZEDA & FIALHO, 2016 apud CARVALHO *et al.*, 2020).

O contêiner pode ser definido tecnicamente como uma caixa constituída de um material resistente designado a realizar o transporte de mercadorias de forma rápida e segura, dotado de dispositivo de segurança aduaneiro devendo possuir as condições técnicas e de segurança nacional que são previstas por convenções internacionais e pela legislação brasileira (BRASIL, 1977 apud CARVALHO *et al.*, 2020).

Uma das primeiras ações a serem realizadas quando se pretende utilizar um container é garantir que ele esteja isento de agentes maléficos, tal garantia é obtida por meio do “laudo

de ausência de riscos químicos, físicos e biológicos e radioativos” ou “laudo de descontaminação” sendo um documento de suma importância para garantir a segurança e saúde das pessoas (MONTAÑO, 2017).

Outro ponto a ser observado é a nacionalização do container, procedimento necessário para todo container que não possui mais serventia para fins logísticos, sendo comprado para uso em solo nacional, isto para que possa evitar problemas com a Receita Federal e consequentemente sanções legislativas (MONTAÑO, 2017 apud CARVALHO et al., 2020).

Figura 07-Container marítimo bruto para construção



Fonte: Autoria própria, (2020)

A ideia de uma casa container é como uma estrutura convencional, a garantia de um bom conforto térmico advém de isolamentos aplicados corretamente e também do posicionamento adequado da construção para a circulação de correntes de vento, obtendo-se o mesmo conforto térmico de uma residência convencional. É essencial verificar se o município possui legislação própria para a tipologia construtiva, caso não, é utilizado para esse tipo de construção as mesmas

leis vigentes para construções convencionais em alvenaria (MONTAÑO, 2017).

“Na arquitetura e engenharia as casas-containers vêm conquistando espaço como habitação em vários países. Além do fator ambiental, possivelmente o proprietário poderá usufruir de um espaço para moradia, em pouco tempo e com alto índice de estética e conforto. Podem-se encontrar trabalhos realizados com containers, que mostram ser possível tornar uma velha caixa de metal em sofisticadas e modernas habitações. (MILANEZE et al., 2012, p.617)”

Para a execução bem-sucedida da casa em container, é de suma importância informações como a topografia da área onde haverá a construção, pois possibilitará em uma fundação mais adequada. No Brasil de acordo com os projetos de container analisados para comparação, são normalmente utilizadas fundações rasas, como radies, sapatas isoladas ou vigas baldrame (FRANÇA ,2017).

Figura 08-Container marítimo pré-executado posicionado em fundação com infraestrutura



Fonte: Autoria própria, (2020)

É pertinente mencionar que a construção de casas em containers além de sustentáveis podem ser mais econômicas, que obras em alvenarias convencionais, as construções em containers duram até cerca de 90 anos, pois os materiais utilizados são mais nobres do que os utilizados nas construções comumente (LIMA e SILVA, 2015).

Segundo o estudo comparativo realizado pelo Gabriel Carvalho e equipe em 2020, publicado pela revista Mundi, pertencente ao IFPE-Paraná, no qual consistia na elaboração do projeto e orçamentação comparativa de uma residência popular em container com uma casa popular em alvenaria convencional, pôde se constatar através do estudo que a construção em container teve vantagem quanto ao seu custo por m² à construção convencional.

Figura 09-Estudo orçamentário comparativo entre casa popular em container em alvenaria

Tipologia	Custo total	Área construída(m ²)	Custo/m ²
Container	R\$68.420,08	49,08	R\$1.394,05
Convencional	R\$59.807,01	36,84	R\$1.623,43

Fonte: Dados compilados referente à análise de viabilidade do uso de container na construção civil, (2020)

Podemos também citar outra vantagem das construções em containers é a economia de água na obra, por mais que não seja um material de construção, entretanto seu consumo é bastante elevado em obras que possuem o uso de cimento (TAVARES, 2010). Pode-se dizer que nas obras em container, basicamente só possuem necessidade do uso de água na etapa de fundação.

Figura 10-Casa container popular



Fonte: Minha Casa Container, (2014)

É importante ressaltar que na substituição de casas de alvenaria por casas containers, existem alguns pontos a serem ponderados, a começar do principal quesito que é a localização, já que a aquisição do container só pode-se considerar vantajosa quando as localidades são próximas às cidades portuárias, devido ao custo reduzido de transporte. Assim essa alternativa construtiva só seria viável nas cidades litorâneas (LIMA e SILVA, 2015).

Assim como os tijolos ecológicos, esta tecnologia não possui norma técnica vigente, nem DATec válido, portanto, ainda não é elegível para participação de programas de habitação governamentais.

3.2.3 Construção utilizando light steel frame

Outra alternativa que pode ser cogitada para a construção de residências populares sustentáveis em Recife é a construção fazendo uso de *light steel frame*, que em sua tradução significa “estrutura de aço leve”, é um sistema construtivo moderno e racionalizado, no qual é composto por estruturas de aço galvanizado moldadas a frio, formando painéis que podem ser estruturais ou

não(SANTIAGO e CASTRO, 2012 *apud* MICHELINI e SIVA, 2018) , esta tecnologia construtiva tem como principais vantagens a redução do tempo de obra e a não utilização de compósitos de cimento, assim como as construções em containers.

Basicamente há três métodos de utilização do LSF:

- Método por painéis: composto por painéis estruturais e não estruturais, onde contraventamentos, lajes, e tesouras de telhado, podem ser montados longe do canteiro de obras;
- Construção modular: são painéis modulados que podem receber as instalações e revestimentos antes de serem instalados, podendo então ser entregues prontos no local da obra;
- Construção modular: são painéis modulados que podem receber as instalações e revestimentos antes de serem instalados, podendo então ser entregues prontos no local da obra;

Figura 11-Casa em Steel Frame



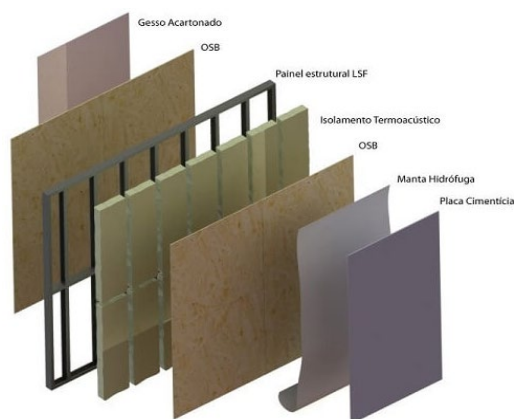
Fonte: Blog do sistema Light Steel Frame, (2018).

O sistema LSF permite a execução de uma estrutura de baixo peso e, com isso os esforços transmitidos são menores, exigindo uma fundação com menor dimensionamento. Com isso, como a estrutura distribui as cargas linearmente ao longo dos painéis, a fundação do tipo radier e sapata corrida são as melhores opções de fundação para este sistema construtivo (PRUDÊNCIO, 2013 *apud* FRASSON e BITENCOURT, 2017).

O sistema de vedação é constituído basicamente em três partes, estas são: fechamento externo, isolamento termo acústico e fechamento interno. O fechamento interno pode ser subdividido em de áreas úmidas e áreas secas (TERNI, SANTIAGO, PIANHERI, 2008 *apud* MICHELINI e SIVA, 2018).

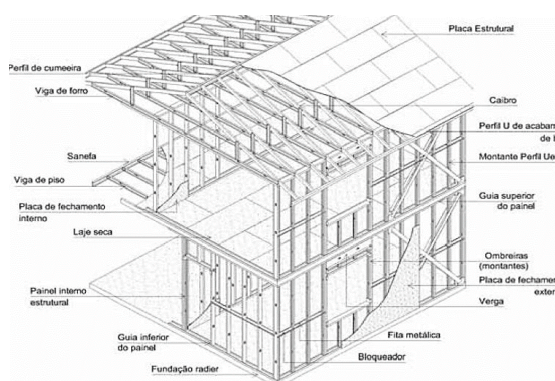
Quanto as instalações em geral, são utilizados os mesmos materiais utilizados em construções convencionais, e estes são instalados antes dos fechamentos dos perfis, reduzindo ou eliminando o processo de quebra para passagens de tubulações (CAMPOS, 2014 *apud* MICHELINI e SIVA, 2018).

Figura 12-Esquema de constituição de parede em Light Steel Frame



Fonte: VivaDecoraPro,(2019).

Figura 13-Esquema de constituição de casa em Light Steel Frame



Fonte: Núcleo do conhecimento, (2020).

Atualmente não existe norma técnica para a execução de estrutura em LSF, entretanto para o seu dimensionamento são utilizadas normas de estruturas metálicas junto a manuais técnicos, entretanto, diferente dos sistemas anteriores aqui apresentados, esta tecnologia construtiva pode ser financiável em território brasileiro, devido ao fato de possuir o DATec validado emitido pelo Sistema Nacional de Avaliação Técnica-SINAT, o que facilita sua implementação por crédito imobiliário.

Em relação ao custo, baseando pelo o estudo realizado em Pernambuco, publicado pelo Instituto Federal de Pernambuco-IFPE, segundo o Iago Oliveira (2018), o custo por m² o *Light Steel Frame* ficaria em torno de 80% do custo da construção convencional em alvenaria, podendo-se assim enxergar um grande potencial de exploração tecnológico para a região, inclusive pelo fato do Brasil ser um dos maiores exportadores de aço do

mundo, assim com possibilidade de reduzir consideravelmente esse custo.

Figura 14- Resumo comparativo de custos entre os sistemas convencional e LSF para uma residência com 42 m².

	SISTEMA Convencional	SISTEMA LSF
Custo total da casa	R\$ 44.524,50	R\$ 35.551,27
Custo por m ²	R\$ 1.060,11	R\$ 846,46

Fonte: CONSTRUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES COM ESTRUTURAS DE LIGHT STEEL FRAMING EM PERNAMBUCO,(2018).

4 ANÁLISE E RESULTADOS

4.1 Quadro resumo com tecnologias abordadas

	Tijolo Ecológico	Container Marítimo	Light Steel Frame
Principais Vantagens	Prático e acessível à população	Resistente e reutilizável	Rápido e financiável
Principais Desvantagens	Falta de prática da mão de obra local, dificuldade para reparos e difícil controle tecnológico na produção dos tijolos	Custo elevado para frete e dificuldade para execução em áreas de difícil acesso	Necessidade de mão de obra especializada e elevado custo para pequenas obras

Disponibilidade na região.	Sim	Sim	Sim
Possui norma técnica executiva específica (ABNT)?	Não	Não	Não
O método já é utilizado para a construção de moradias populares na região?	Pouco difundido	Pouco difundido	Pouco difundido
O método é considerável sustentável? Por quê?	Sim, pois consegue substituir blocos cerâmicos oriundos de queimas e diminuir a quantidade de desperdício na execução.	Sim, pois tem o reaproveitamento de um "resíduo" de outra indústria e a redução na utilização do cimento, aço e blocos cerâmicos, nos quais possuem uma elevada pegada ecológica.	Sim, pois possibilitam na redução do cimento, aço e blocos cerâmicos, nos quais possuem uma elevada pegada ecológica.
O método é vantajoso para aplicar em todas as regiões do estado? (Litoral e interior)	Sim, pois a fabricação dos tijolos não existem equipamentos sofisticados para sua implementação.	Não, pois como os containers são oriundos da indústria portuária e possuem um custo elevado para frete, apenas é vantajoso para aplicação das cidades próximas a portos	Talvez, vai depender a disponibilidade do material na região, tendo em vista que todos os materiais para o LSF são industrializados.

A tecnologia pode ser financiável para a execução de habitações? (Considerando a Caixa Econômica Federal como agente financeira)	Não, pois não possui norma executiva nem DATec válida	Não, pois não possui norma executiva nem DATec válida	Sim, não possui norma mas é possível financiar a construção fazendo uso da tecnologia devido ao possuir DATec válido
--	---	---	--

4.2 Modelo construtivo proposto para a região metropolitana de Recife-PE.

É possível enxergar que para a solução de moradias populares sustentáveis na região de Recife-PE, é primeiramente necessário verificar como seria a forma de aquisição desta casa pela família, pois, um grande fator de utilização da tecnologia é sua viabilidade financeira, e, dentre das tecnologias apresentadas, apenas uma das três é adequada para se enquadrar no programa do governo Casa Verde e Amarela.

Podemos afirmar diante das informações apresentadas, que no momento atual, para vencer um alto déficit habitacional Brasileiro e utilizar os sistemas de crédito disponíveis, o Light Steel Frame seria a tecnologia mais interessante para ser aplicada

em maior escala na região, tendo em vista que está possui um controle tecnológico mais adequado dentre as demais, a possibilidade de financiamento imobiliário, uma excelente velocidade de execução e características sustentáveis por conta da sua baixa geração de entulhos e pegada ecológica.

Contudo, em outras circunstâncias, é possível destacar que os tijolos ecológicos podem vir a ser uma opção interessante no caso das autoconstruções ou construção de unidades isoladas, pois a implementação da tecnologia está cada vez mais difundida e sua utilização é mais acessível que as outras tecnologias apresentadas, podendo ser uma tecnologia com um excelente potencial para atingir a população que não se enquadra em programas habitacionais e assim construir moradias de maneira segura e sustentável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se que já existem várias novas alternativas construtivas aplicadas e analisadas no que tange a construção de moradias habitacionais populares, entretanto, afirmasse que ainda existe uma barreira cultural e burocrática que entrava a aplicação destas tecnologias em solo nacional, contudo, observa-se que já existem vários de estudos que comprovam que estas tecnologias construtivas são mais sustentáveis e que podem ser também mais econômicas do que as tecnologias convencionais em alvenaria aplicadas no Brasil.

Para que se ocorra uma mudança significativa dos métodos convencionais para os sustentáveis, deve-se haver primeiramente uma série de políticas públicas que incentive o fomento de debates, maiores estudos, maior viabilidade econômica e maior velocidade de normatização destas tecnologias.

Este incentivo público também seria benéfico no que diz ao conhecimento da população quanto aos cuidados da construção em si, como na preservação meio ambiente, tendo em vista, que ainda existe uma grande parte da população que realiza a autoconstrução de suas casas sem os devidos cuidados técnicos e não respeitando o meio ambiente.

No presente estudo, o Light Steel Frame apresentou-se como a tecnologia que satisfaz em maior parte o perfil de construção sustentável, técnico, econômico e elegível para participar de programas de financiamento habitacional governamental para atender famílias que possuem uma renda inferior a 04 salários mínimos e recorrem a programas governamentais de habitação.

Neste trabalho foi possível abordar e mostrar que existem tecnologias com potencial de viabilidade econômica e sustentável para aplicação em moradias populares na região metropolitana do Recife-PE, entretanto cada tecnologia possuirá sua vantagem e desvantagem, e, sua viabilidade dependerá de incentivos públicos e comportamento mercadológico. Cabe a outros

trabalhos, trazer estudos mais avançados e específicos de casos reais, na aplicação destas e outras tecnologias voltadas a construção de casas populares, verificando e comparando aspectos técnicos, econômicos, culturais e sustentáveis em diferentes cidades e estados.

REFERÊNCIAS

ABC HABITAÇÃO, **Composto Conselho Gestor do Fundo de Habitação de Interesse Social**, 2017. Disponível em <http://abc.habitacao.org.br/composto-conselho-gestor-do-fundo-de-habitacao-de-interesse-social/>. Acessado em 21/08/2021

ABRECON – **Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição**, 2021. Disponível em <https://abrecon.org.br/encontro-nacional-das-usinas-de-reciclagem-de-entulho-apresenta-parceria-inedita-e-premia-as-unidades-de-reciclagem-de-rcd/>. Acessado em 16/03/2022.

BLOG DO STEEL FRAME., **Minha casa minha vida para obras de Steel Frame- Posso utilizar?**, 2018. Disponível em <http://lightsteelframe.eng.br/minha-casa-minha-vida-steel-frame/>. Acessado em 21/08/2021

BOZEDA, F. G., FIALHO, V.C.S., **Casa Container. Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística Edição Temática em Comunicação, Arquitetura e Design**, v. 6, n. 2, p.157-177, nov. 2016. Disponível em http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/wp-content/uploads/2016/11/14.154_IC.pdf. Acessado em 23/03/2022.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL., **Cadernos CAIXA Projeto padrão – casas populares**,. Vitória, 2006. Disponível em, <https://docplayer.com.br/20425542-Cadernos-caixa-projeto-padrao-casas-populares.html>. Acessado em 21/08/2021.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL., **COT - Caderno de orientações técnicas - análise e acompanhamento de obra em unidadesolada-PF-027**, 01/06/2021.

DE CARVALHO, D.S., **Aspectos técnicos para a construção de edificação ecológica para baixa renda**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Escola politécnica da universidade federal do rio de janeiro, 2018., Disponível em <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10023181.pdf>, Acessado em 04/01/2022.

CARVALHO, G.M., *et al.*, **Análise de viabilidade do uso de container na construção civil: Estudo de caso para edificações residenciais populares**. Revista Mundi Engenharia, Tecnologia e Gestão. Paranaguá, PR, v.5, n.8, p. 307-01, 307-27, 2020 DOI: 10.21575/25254782rmetg2020vol5n81186. Disponível em <https://scholar.archive.org/work/pxzu3dqh7rftlkkec4bvbp3xri/access/wayback/http://periodicos.ifpr.edu.br/index.php?journal=MundiETG&page=article&op=download&path%5B%5D=1186&path%5B%5D=690>. Acessado em 21/08/2021

CASA VERDE E AMARELA, **Manual de Instruções**, 2021. Disponível em, https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/casa-verde-e-amarela/ANEXO_SINSTRNORMATIVA02DE21DEJANEIRODE20211.pdf. Acessado em 21/08/2021

Ecconit, **Estudo técnico dedicado à atualização das Necessidades habitacionais 2004-2030**. ABRAIN – Associação Brasileira das Incorporadoras Imobiliárias, 2020. Disponível em https://www.abrainc.org.br/wp-content/uploads/2020/12/Deficit_Habitacional_-V-8-dez-2020.pdf. Acessado em 21/08/2021.

FIAIS, B.B., SOUZA, D.S., **Construção sustentável com tijolo ecológico**. Revista Engenharia em Ação UniToledo, Araçatuba, SP, v. 02, n. 01, p. 94-108, jan./ago. 2017. Disponível em <http://ojs.toledo.br/index.php/engenharias/article/view/2559>. Acessado em 21/08/2021

FJP- Fundação João Pinheiros, **Déficit habitacional e inadequação de moradias no Brasil**, principais resultados para o período de 2016 a 2019,. Minas Gerais, 2020. Disponível em <http://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/>. Acessado em 03/01/2021.

FONSECA, M.J.M., MAINTINGUER, S. I. **Aplicação da logística reversa na construção civil como mecanismo ambiental sustentável em políticas públicas**. Brazilian Journal of Development, 5(1), 140-149, 2019. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv5n1-872>. Acessado em 03/01/2021.

FRANÇA, A.M. **Análise estrutural de containers marítimos utilizados em edificações**. 2017. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) - Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Acessado em 21/08/2021.

FRASSON, C.K.; BITENCOURT, M., **Análise comparativa dos sistemas construtivos alvenaria convencional e light steel frame: um estudo de caso em residência unifamiliar**. 2017. Trabalho de conclusão de curso – Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017. Disponível em http://www.pcc.usp.br/files/text/publica-tions/TT_00012.pdf. Acessado em 21/08/2021.

GENIN, C., FRASSON, C.M.R., **O saldo da COP26: o que a Conferência do Clima significou para o Brasil e o mundo** 2021. Disponível em <https://wribrasil.org.br/pt/blog/clima/o-saldo-da-cop26-o-que-conferencia-do-clima-significou-para-o-brasil-e-o-mundo>. Acessado em 28/12/2021.

KLEINDIENST, E., **Você Conhece o Tijolo Ecológico?** São Paulo, 2016. Disponível em <http://www.limpezapublica.com.br/textos/sustentabilidade.pdf>. Acessado em 21/08/2021.

LIMA, M., NERBAS, P., SILVA, V., **Caminhabilidade e infraestrutura verde: estratégia de requalificação de centros urbanos consolidados**¹ In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2020. Disponível em <https://entac2020.com.br/anais-2020/artigos/021.pdf>. Acessado em 21/08/2021.

LIMA, L.F., SILVA, J.W.J., **A substituição de casas populares de alvenaria, feitas pelo governo federal, por casas containers: uma medida possível**, Janus, Lorena, n.21, Jan.-Jun., 2015. Disponível <http://fatea.br/seer3/index.php/Janus/article/view/355>. Acessado em 21/08/2021

MICHELINI, B.P., SILVA, D.J.F., **Análise da viabilidade de construção de casas populares utilizando método light steel frame na região de dourados-MS**, Dourados, 2018. Disponível em <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/1964>. Acessado em 21/08/2021.

MILANEZE, G.L.S., *et al.* **A utilização de containers como alternativa de habitação social no município de Criciúma/SC**. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE – SICT- Sul, 1º, 2012. Santa Catarina (IFSC) 2012, p. 615-624. Acessado em 21/08/2021.

MIX MÁQUINAS., **Detalhe tijolos ecológicos com armação e instalações**. Disponível em, <https://www.mixmaquinas.com.br/index.html#>. Acessado em 21/08/2021.

MONTAÑO, J., **Contêiner – Documentação e cuidados para módulos habitáveis**, 2017. Disponível em <http://ambientesst.com.br/conteniner/#comments>. Acessado em 21/08/2021.

MORAES, R.S., FIGUEIREDO, K., **Sistemas construtivos alternativos para o cenário da construção brasileira: Estudo de caso de residência unifamiliar**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 03, Vol. 02, pp. 138-158, Março de 2020. ISSN: 2448-0959, disponível em : <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/sistemas-construtivos>. Acessado em 21/08/2021.

OLIVEIRA, I. M., PINTO, J.W., **Construção de habitações populares com estruturas de light steel framing em Pernambuco**, Instituto Federal de Pernambuco. Campus Recife. Curso de Engenharia Civil. 25 de setembro de 2018. Disponível em <https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/170>. Acessado em 21/08/2021.

PERIM, A.A.S., **Sustentabilidade na habitação de interesse social: Uma proposta para o município de Ouro Branco-MG**: Dissertação de pós-graduação, Universidade Federal de São João Del Rei., Ouro Branco, 2014., disponível em <https://ufsj.edu.br/portal-repositorio/File/ppgtds/DISSERTACOES/Ariadne.pdf>. Acessado em 21/08/2021.

REIS, A.T.L., LAY, M.C.D., **O projeto da habitação de interesse social e a sustentabilidade social**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 99-119, jul.;set. 2010. ISSN 1678-8621 © 2005, Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído., Artigo disponível em <https://doi.org/10.1590/S1678-86212010000300007>. Acessado em 21/08/2021.

SANTANA, J.C.S., *et al.*, **A utilização de tijolo reciclável como ferramenta de construção econômica e sustentável**. REVISTA PORTOS: POR UM MUNDO MAIS SUSTENTÁVEL. 2020. Disponível em <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2020144p28>. Acessado em 21/08/2021.

SOUZA, C. D., *et al.* **GUIDELINES FOR ECOEFFICIENT MATERIALS/DIRETRIZES PARA MATERIAIS ECOEFICIENTES**. Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis, 12(1), 24-37, 2019. Acessado em 17/03/2022.

SOUSA, S.S., *et al.*, **Comparação da viabilidade tecnológica do tijolo ecológico em relação ao bloco de concreto**. Revista Científica UMC Edição Especial PIBIC, outubro 2019, ISSN 2525-5250., Disponível em <http://seer.umc.br/index.php/revistaumc/article/viewFile/764/542>. Acessado em 21/08/2021.

SOUSA, L.M.P., BARBOSA, U.R., **Tijolo ecológico: produção, características de projeto e rendimento de mão de obra na construção de residências de diferentes padrões**. Centro Universitário de Mineiros – Unifimes, maio 2017. Disponível em <https://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/265/357>. Acessado em 21/08/2021.

RIBAS, R. R., *et al.* **SOLUÇÃO ECOEFICIENTE PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL-STEEL FRAME**. Painel de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo 2.02 , 2019.

RODGERS, L., **Aquecimento global: a gigantesca fonte de CO2 que está por toda parte, mas você talvez não saiba**. Disponível em In: BBC News, <https://www.bbc.com/portuguese/geral-46591753>. Acessado em 21/08/2021.

RODRIGUES, F. K. **Casa Contêiner: Uma Proposta de Residência Unifamiliar Sustentável**, 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí. Acessado em 21/08/2021.

TAVARES, H. C. G., **Inovação e Desenvolvimento Sustentável: Uma abordagem da inovação desejável**, 2010. Disponível em http://planeamentoterritorial.blogspot.com.br/2010/01/inovacao-e-desenvolvimentosustentavel_25.html. Acessado em 21/08/2021

Timepress C.E., **Brasil recicla cerca de 20% dos resíduos de construção**, Brasilengenharia.com, 2015. Disponível em <http://www.brasilengenharia.com/portal/noticias/noticias-da-engenharia/14151-brasil-recicla-cerca-de-20-dos-residuos-de-construcao>. Acessado em 21/08/2021.

VELOSO V., **Déficit habitacional será de 11,9 milhões de unidades até 2030**, 2021. Disponível em <https://www.aecweb.com.br/revista/noticias/deficit-habitacional-sera-de-119-milhoes-de-unidades-ate-2030/20929/>. Acessado em 21/08/2021.

VIVER DECORA PRO, **Steel Frame: Confira Como Usar + 16 Projetos Que Vão Inspirar**, 2019, Imagem disponível em <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/steel-frame/>. Acessado em 21/08/2021.

WINTER, H., **Tijolo modular estrutural**. Revista FBGA, 2019. Disponível em, <https://revistafbga.com.br/tijolo-modular-estrutural/>. Acessado em 21/08/2021.

XAVIER, M.M., **Projeto de casas populares de containers**, Minha Casa Container, 2014. Disponível em <https://minhacasacontainer.com/2014/05/23/projeto-de-casas-populares-de-containers/>. Acessado em 21/08/2021.