

TECNOLOGIAS E MÉTODOS EXPERIMENTAIS PARA CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: A EXPERIÊNCIA DA CPE UFSM

TECHNOLOGIES AND EXPERIMENTAL METHODS FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTIONS: THE EXPERIENCE OF CPE UFSM

Data de aceite: 04/07/2023 | Data de submissão: 25/06/2023

**VAGHETTI, Marcos Alberto Oss, Doutor em Engenharia de Minas,
Metalúrgica e dos Materiais**

UFSM, Santa Maria, Brasil, E-mail: marcos.vagheti@ufsm.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8702-0482>

ULIANA, Daniéli, Doutoranda em Geografia

UFSM, Santa Maria, Brasil, E-mail: daniuliana95@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9356-8046>

**LENZ, Michéli Beatriz, Engenheira Sanitarista em Ambiental, graduanda
em Engenharia Civil**

UFSM, Santa Maria, Brasil, E-mail: micheli_lenz@hotmail.com

PAULI, Paloma, Mestranda Educação Matemática e Ensino de Física

UFSM, Santa Maria, Brasil, [E-mail:palomapauliproj@gmail.com](mailto:palomapauliproj@gmail.com)

RESUMO:

Este trabalho tem como objetivo principal apresentar os materiais e experimentos utilizados no protótipo da CPE da UFSM, com ênfase na Avaliação Pós Ocupação. A CPE foi concebida como uma residência de baixo custo, tendo como base o interesse social e a busca por soluções sustentáveis e melhorias no ambiente construído. A avaliação realizada neste estudo é apresentada a partir da perspectiva dos alunos moradores do protótipo, abordando diversos aspectos relevantes em uma APO. São discutidos temas como a compartimentação e funcionalidade do imóvel, possíveis falhas construtivas identificadas, desempenho dos materiais e dispositivos utilizados, além dos aspectos de conforto, incluindo aspectos térmicos, de iluminação natural e artificial, acústicos e de ventilação natural. Adicionalmente, o estudo busca trazer à luz do conhecimento a funcionalidade, limitações e potencialidades dos experimentos e materiais empregados na CPE. Busca-se, assim, apresentar possíveis soluções sustentáveis que podem ser aplicadas em futuros projetos de construção.

PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade. Inovação. Vivência. Protótipo

Abstract:

The main objective of this work is to present the materials and experiments used in the prototype of the UFSM CPE, with emphasis on Post Occupation Evaluation. The CPE was conceived as a low-cost residence, based on social interest and the search for sustainable solutions and improvements in the built environment. The evaluation carried out in this study is presented from the perspective of students

living in the prototype, addressing several relevant aspects in an APO. Topics such as compartmentalization and functionality of the property, possible identified constructive flaws, performance of materials and devices used, in addition to aspects of comfort, including thermal aspects, natural and artificial lighting, acoustics and natural ventilation are discussed. Additionally, the study seeks to bring to light the functionality, limitations and potential of the experiments and materials used in the CPE. Thus, the aim is to present possible sustainable solutions that can be applied in future construction projects.

KEYWORDS:

Sustainability. Innovation. Experience. Prototype.

1. INTRODUÇÃO

Para desenvolver uma construção sustentável que atenda às necessidades das Habitações de Interesse Social (HIS), é essencial considerar soluções ecológicas que envolvam materiais ecoeficientes e economicamente viáveis. Isso se torna ainda mais relevante quando se trata de moradias destinadas a famílias de baixa renda, com rendimento mensal de até três salários mínimos. A implementação de práticas sustentáveis nessas habitações não apenas contribui para a preservação ambiental, mas também promove a melhoria das condições de vida das comunidades de baixa renda, garantindo maior conforto e qualidade de vida.

Nesse contexto, a Casa Popular Eficiente (CPE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) se destaca como um protótipo de residência voltado para o interesse social e baixo custo. A CPE busca ser uma alternativa viável e replicável, que busca combinar inovação e sustentabilidade na construção de moradias acessíveis para as populações mais vulneráveis. Por meio da adoção de materiais e experimentos cuidadosamente selecionados, a CPE visa demonstrar o potencial de soluções sustentáveis para futuras construções de HIS.

Nesse contexto, a Casa Popular Eficiente (CPE) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) se destaca como um protótipo de residência voltado para o interesse social e baixo custo. A CPE busca ser uma alternativa viável e replicável, que busca combinar inovação e sustentabilidade na construção de moradias acessíveis para as populações mais vulneráveis. Por meio da adoção de materiais e experimentos cuidadosamente selecionados, a CPE visa demonstrar o potencial de soluções sustentáveis para futuras construções de HIS.

As Avaliações Pós Ocupação (APO) são essenciais para aprimorar e validar projetos habitacionais sustentáveis, permitindo obter feedback direto dos moradores e usuários. Na CPE da UFSM, a APO proporciona aos alunos moradores a oportunidade de compartilhar suas experiências e perspectivas sobre a casa, abordando aspectos como compartimentação, funcionalidade, desempenho dos materiais e conforto ambiental. Com base na análise dos resultados da APO da CPE, este artigo tem como objetivo principal apresentar os materiais e experimentos empregados na construção do protótipo.

Este artigo tem como objetivo principal apresentar os materiais e experimentos utilizados na construção do protótipo da CPE. Além disso, destaca as contribuições da CPE para futuras construções sustentáveis, fornecendo insights para o desenvolvimento de habitações acessíveis e ecologicamente responsáveis. Através da análise e discussão dos aspectos relacionados à compartimentação, funcionalidade, desempenho dos materiais e conforto ambiental, este estudo oferece

diretrizes e sugestões para aprimorar projetos futuros, considerando as exigências normativas e as necessidades das comunidades de baixa renda.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Para Rubin e Bolfe (2014, p. 202), o crescimento urbano é responsável por gerar uma sobrecarga no que tange à infraestrutura, afetando diretamente a funcionalidade das cidades e comprometendo a qualidade de vida da população, de modo que “o problema habitacional e as inadequadas condições de moradia da população de baixa renda também são problemas gerados pela acelerada urbanização”. Nesse sentido, é necessário que existam outras alternativas e investimentos nas cidades, como forma de mitigar os impasses causados pelo processo de urbanização.

A questão habitacional no Brasil, historicamente falando, segundo Bonduki (p.724, 1994) teve seu desenvolvimento em larga escala somente em 1937. Conforme o autor supracitado, a criação das carteiras prediais dos Institutos de Aposentadoria e Pensões (IAPs), e em seguida - 1946 - a instituição da Fundação da Casa Popular, foram as primeiras iniciativas governamentais no que se refere às habitações sociais. Assim, para Bonduki (p.724, 1994), “a produção estatal de moradias para os trabalhadores representa o reconhecimento oficial de que a questão habitacional não seria equacionada apenas através do investimento privado, requerendo, necessariamente, intervenção do poder público”. Conforme Rubin e Bolfe (p.212, 2014), as IAPs são bons exemplos de conjuntos habitacionais no Brasil, pois além de atender às demandas dos moradores, destacavam-se “pela sua implantação em áreas consolidadas e não na periferia urbana”.

Em 1964 foi criado o Banco Nacional de Habitação, com o objetivo de priorizar moradias para famílias com renda mensal entre 1 e 3 salários mínimos. Segundo Marguti (p. 119-120, 2018), os empreendimentos estavam implementados nas periferias das cidades, “distantes da infraestrutura urbana implantada, reforçando a desigualdade social por meio da exclusão territorial e do cerceamento do direito à cidade”.

Conforme Marguti (p. 119-120, 2018), isso vem “sendo reproduzido nas soluções habitacionais mais recentes”. Rubin e Bolfe (p.212, 2014), corroboram essa ideia ao destacar que, com a inserção das atividades do Banco Nacional de Habitação, não foram levadas em consideração às demandas dos moradores em relação a qualidade urbanística e/ou arquitetônica das moradias, de modo que buscava-se apenas “resolver o problema habitacional em números e não em eficiência e qualidade”.

Em março de 2009 foi lançado o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) com o objetivo de “viabilizar a produção habitacional em larga escala, enfrentando o déficit habitacional, na perspectiva de zerá-lo no longo prazo” (Marguti, p. 122, 2018). Para Rubin e Bolfe (2014), o slogan “construir dois milhões de moradias” do programa supracitado, encontra as mesmas problemáticas habitacionais do BNH em função de, não dar ênfase às demandas dos moradores. Para Rubin e Bolfe (p.212, 2014) as moradias devem adequar-se às necessidades dos moradores pois, na maioria dos

casos, as HIS estão inseridas em “áreas desprovidas de mínimas condições de vida para essas populações”.

Segundo Marguti (p.130, 2018), “construir cidades espacialmente mais justas e que se reproduzam sem ocasionar ainda mais danos ambientais exige um diagnóstico realista das características e condições de vida dos indivíduos e famílias”. Portanto, sendo necessário fazer um levantamento do perfil sociodemográfico, vulnerabilidades, possibilidades e potencialidades de desenvolvimento dessas áreas, para que seja um espaço de desenvolvimento democrático.

Desta forma, a busca por residências economicamente atrativas, que atendam às demandas populacionais e respeitem o meio ambiente vêm crescendo na construção civil. De acordo com Medeiros e Nardi (p. 8, 2012)

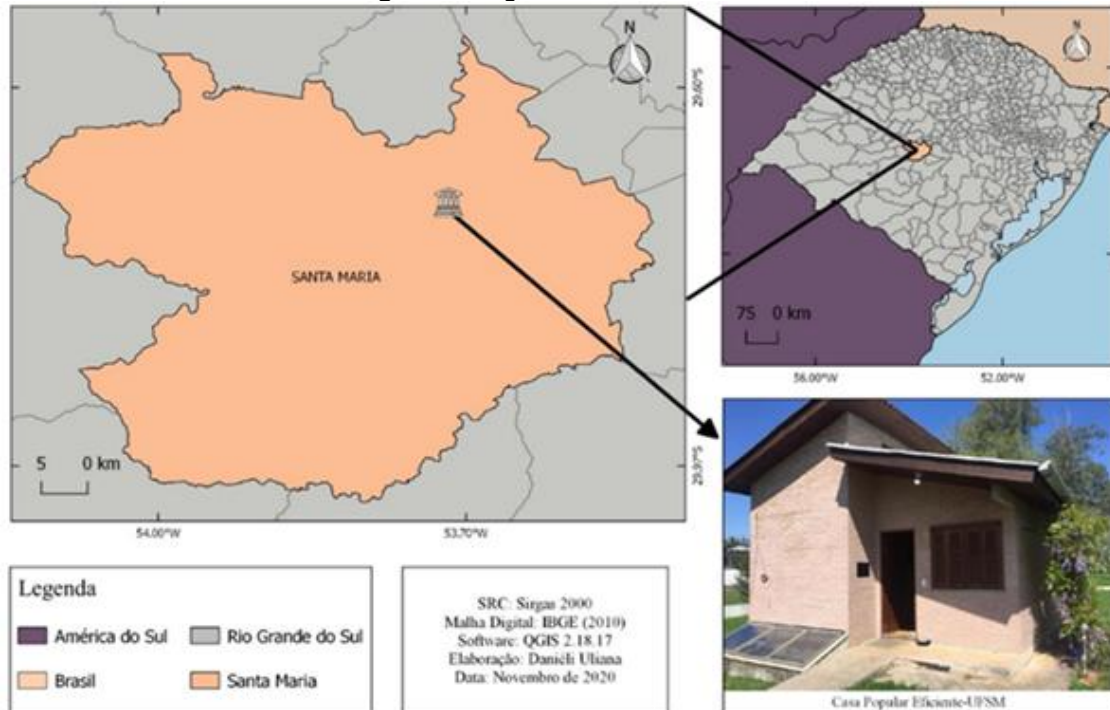
Assim como a Engenharia, a sustentabilidade é altamente integradora, permite conciliar diferentes abordagens que visam ao respeito ao meio ambiente, promovendo a eficiência energética e dos materiais, à promoção social com maior segurança aos trabalhadores, e à viabilidade econômica, produzindo bens mais duradouros e atraentes do ponto de vista do investimento.

Para Medeiros e Nardi (2012), uma casa sustentável pode vir a ser autossuficiente a partir do reaproveitamento dos recursos naturais e bioclimáticos disponíveis, tais como água e vento, atendendo às demandas de frio e calor, proporcionando ao morador maior conforto e qualidade de vida. As edificações sustentáveis possuem uma visão holística da obra, dando atenção aos aspectos ambientais a partir do momento em que preocupa-se com a diminuição dos impactos bióticos e abióticos, a utilização de materiais reciclados, a redução de custos na construção e no preço final para o consumidor.

3. PROTÓTIPO DA CASA POPULAR EFICIENTE

O protótipo da Casa Popular Eficiente (CPE) está localizado no Centro de Eventos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no município de Santa Maria/RS, conforme pode ser observado na Figura 1. Com uma área construída de 55 m², a edificação possui varanda, sala de estar, cozinha e área de serviço integradas, dois dormitórios e um banheiro.

Figura 1: Logo de Sustentabilidade.



Fonte: Autores (2020).

Destaca-se que este projeto de pesquisa iniciou na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA) no curso de Arquitetura e Urbanismo, no ano de 2008, dando sequência em 2009 e 2010. De 2011 até 2013, a pesquisa foi realizada na UFSM, envolvendo professores, alunos e técnicos administrativos de vários cursos: Engenharia Civil, Engenharia Sanitária e Ambiental, Engenharia Acústica, Engenharia Elétrica e Arquitetura e Urbanismo.

Inaugurada em 2013, a moradia conta com soluções sustentáveis, como sistema de ventilação cruzada, aquecimento da água do chuveiro através da energia solar, aproveitamento das águas da chuva, utilização do sol em benefício ao controle de temperatura da casa (sistema de calefação) e cortina vegetal. Dentre os materiais utilizados na construção do protótipo, destacam-se o tijolo de solo cimento, telhas tetra-pak, painéis OSB, impermeabilizantes e tintas ecológicas, piso de PVC etc.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho é baseado numa pesquisa de natureza experimental, ou seja, “nesse tipo de estudo, o pesquisador participa ativamente na condução do fenômeno, processo ou do fato avaliado”, ou seja, é ele quem faz a avaliação e compilamento dos dados, seleciona as variáveis e “observa os efeitos sobre o objeto de estudo, em condições pré-estabelecidas”. Pelo fato do pesquisador ter autonomia em manipular as variáveis, permite que a pesquisa científica tenha maior confiabilidade, em virtude de evitar ao máximo equívocos FONTELLES (p.6,2009).

Nesse sentido, o artigo foi elaborado a partir da Avaliação Pós Ocupação da Casa Popular Eficiente da UFSM. Os moradores e pesquisadores do GEPETECS - Grupo

de Estudo e Pesquisa em Tecnologias Sustentáveis, são responsáveis pela percepção de conforto térmico, acústico, visual e aspectos comportamentais dos materiais e experimentos do protótipo, os quais serão descritos na sequência.

A Avaliação Pós Ocupação, conforme Villa et.al. (p.9, 2016), pode ser definida como “um conjunto de métodos e técnicas para avaliação de desempenho em uso de edificações e ambientes construídos que leva em consideração não somente o ponto de vista dos especialistas, mas também a satisfação dos usuários”. A APO possibilita que os diagnósticos sejam consistentes, pois a partir do conjunto de métodos e técnicas empregados, é possível fazer inferências tanto positivas quanto negativas a respeito do ambiente construído, as quais podem nortear futuros projetos semelhantes, “definindo assim um ciclo realimentador da qualidade no processo de projeto” (VILLA et.al., p.9, 2016).

5. RESULTADOS

5.1. Experimentos

No que diz respeito aos experimentos na Casa Popular Eficiente:

5.1.1. Brise vegetal

Também conhecido como cortina verde, o brise vegetal é um jardim vertical instalado na fachada oeste da casa, (Figura 2), formado pela planta trepadeira glicínia e materiais de baixo custo para sua instalação. Constatou-se que, no verão, a presença desta vegetação permite o sombreamento da parede da sala e conseqüentemente impede a incidência solar diretamente na mesma. Além de projetar sombra, a cortina verde também reduz a amplitude térmica no cômodo. Este conforto térmico fica ainda mais evidente quando comparado com a cozinha que não possui a presença de vegetação na sua parede externa, o que resulta na incidência direta dos raios solares, tornando este ambiente mais quente em relação ao mencionado. Por se tratar de uma planta caducifólia, no inverno a mesma perde suas folhas e proporciona o aquecimento da parede, além de não permitir a umidade no local. Trata-se de uma alternativa sustentável para ajudar a refrescar no verão e aquecer no inverno.

Figura 2 - A: Brise vegetal do protótipo.



Fonte: elaborado pelos autores.

Dessa forma, o brise vegetal apresenta-se como uma alternativa sustentável para auxiliar no resfriamento durante o verão e no aquecimento durante o inverno. Além de proporcionar conforto térmico, essa solução contribui para o aumento da eficiência energética da residência, reduzindo a necessidade de consumo de energia para climatização artificial. O brise vegetal representa um exemplo prático e viável de como a integração de elementos naturais pode ser aplicada em projetos de construção sustentável, promovendo benefícios ambientais e conforto para os moradores.

5.1.2. Calefação natural

O sistema de calefação foi estrategicamente projetado na fachada norte (Figura 3), visando facilitar a captação de calor e sua propagação para o dormitório a partir dos dutos presentes na parede. Todavia, durante os períodos de verão, verifica-se que esse cômodo tende a ficar excessivamente aquecido, resultando em condições de desconforto para os ocupantes.

Diante dessa situação, torna-se evidente a necessidade de projetar um brise horizontal ou outra solução adequada para controlar a incidência solar direta durante o verão, a fim de evitar o superaquecimento do ambiente. No entanto, é importante ressaltar que no inverno, quando a presença do sol é benéfica, o sistema de calefação demonstra-se eficaz, mantendo uma temperatura interna mais amena no dormitório e proporcionando um maior conforto térmico aos moradores.

Figura 3: Sistema de calefação da CPE.



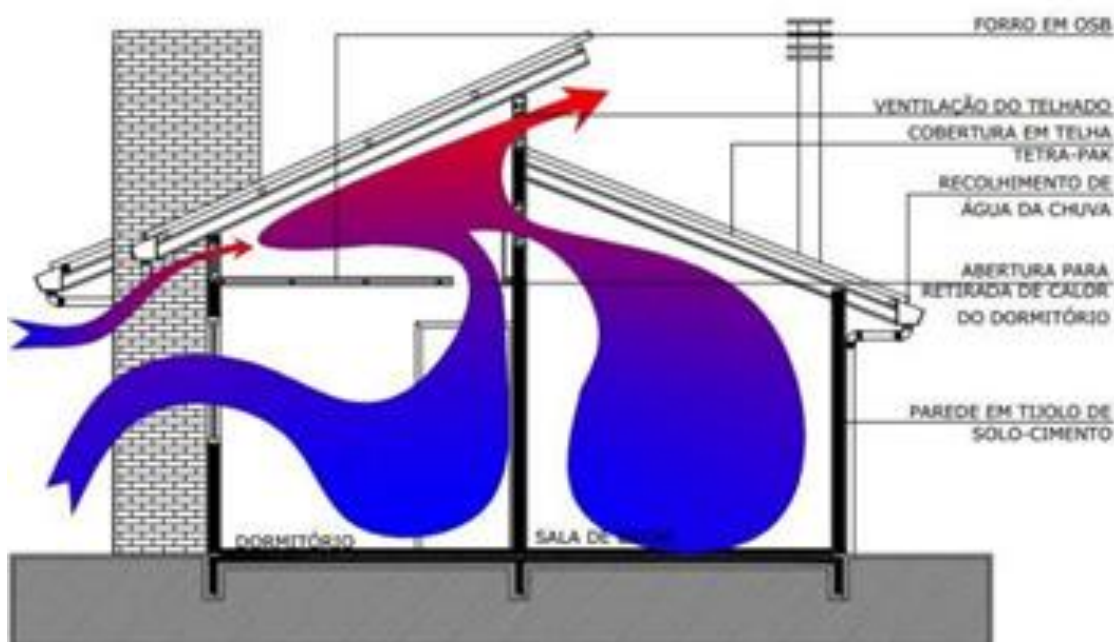
Fonte: elaborado pelos autores.

Ao considerar o projeto de construções sustentáveis, é fundamental buscar soluções que levem em conta tanto o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, como a luz solar para aquecimento no inverno, quanto o controle eficiente da incidência solar no verão. Dessa forma, é possível promover um ambiente habitacional mais equilibrado termicamente, proporcionando conforto aos usuários ao longo de todo o ano.

5.1.3. Ventilação natural e cruzada

Projetada para fazer o uso da ventilação natural e cruzada, a CPE conta com aberturas de entrada e saída de ar para permitir uma boa ventilação interna da casa (Figura 4). Constatou-se a importância do fechamento das aberturas em períodos de frio, a fim de reter o calor e proporcionar um ambiente interno mais aquecido e agradável. Por outro lado, nos períodos quentes, como no verão, a contribuição da ventilação natural e cruzada se torna evidente, acelerando a perda de calor e amenizando a temperatura por meio do aumento do fluxo de ventilação que percorre toda a residência.

Figura 4: Sistema de ventilação da CPE.



Fonte: elaborado por Marcos Alberto Oss Vaghetti.

A utilização da ventilação natural como meio de climatização apresenta inúmeras vantagens, incluindo a redução do consumo de energia associado ao uso de sistemas artificiais de refrigeração, bem como a melhoria da qualidade do ar interno. Além disso, essa abordagem sustentável contribui para a minimização do impacto ambiental, ao reduzir a dependência de recursos energéticos não renováveis.

5.1.4. Sistema de aquecimento solar de água

O sistema de aquecimento de água da CPE é composto por um aquecedor solar que utiliza tubos a vácuo, os quais estão diretamente acoplados ao reservatório térmico (Figura 5-A). Esse reservatório é responsável por armazenar a água aquecida, que será utilizada para o banho. Além disso, o sistema conta com um controlador digital, que permite a automação e controle eficiente do sistema de aquecimento (Figura 5-B). O chuveiro é equipado com dois registros, um para a água fria e outro para a água quente, possibilitando o ajuste da temperatura desejada.

Figura 5: A) Aquecedor solar instalado no telhado da CPE. B) Controlador digital.



Fonte: elaborado pelos autores.

Trata-se de um sistema eficaz em dias ensolarados. Entretanto destaca-se que, no verão, a temperatura da água armazenada no reservatório térmico muitas vezes é superior a 99 °C, sendo imprescindível a mistura com a água fria para o banho. Todavia, o sistema não aquece o suficiente nos meses mais frios do ano e de menor incidência solar, sendo a temperatura de aproximadamente 34°, fornecendo um desconforto para o banho.

5.1.5. Sistema de aproveitamento da água da chuva

O sistema de aproveitamento de água da chuva implementado na CPE oferece uma solução eficiente para reduzir o consumo de água potável, principalmente no uso da descarga do vaso sanitário, que é um dos itens que mais gasta água nas residências (CHAVES NETO, 2005). Como trata-se de um reservatório apoiado na laje (Figura 6-A), dispensa o uso de bomba, ao contrário do que acontece quando o reservatório é enterrado. Logo, este sistema possibilita a redução do consumo de água potável e a demanda da rede pública de abastecimento, além de ser de fácil captação e armazenagem.

Já no sistema de captação que ocorre no telhado voltado para o oeste, a água da chuva é coletada e direcionada para o reservatório, sendo utilizada para a irrigação do jardim, lavagem de calçadas e outros fins não potáveis, conforme ilustrado na Figura 6-B. Ao direcionar a água pluvial para essas atividades, reduz-se significativamente a necessidade de utilizar água potável, contribuindo para a conservação dos recursos hídricos e promovendo uma abordagem sustentável no uso dos recursos naturais.

Figura 6: A) Detalhamento da captação de água pluvial armazenada no reservatório inferior. B) Armazenamento da água para uso externo.



Fonte: elaborado pelos autores.

5.2 Materiais

Quanto aos materiais presentes na Casa Popular Eficiente:

5.2.1. Placas OSB

Os painéis de revestimento utilizados no forro da CPE apresentam características que conferem um aspecto aconchegante e diferenciado aos ambientes. Esses painéis, conforme ilustrado na Figura 7-A, são fabricados a partir de um material rígido e estável, com alta resistência a impactos físicos. Além disso, eles contribuem para um melhor conforto térmico e acústico nos espaços em que são instalados, promovendo um ambiente mais agradável para os moradores.

Entretanto, durante a avaliação da CPE, foram observados problemas externos relacionados à infiltração, o que resultou no escurecimento das placas de revestimento, como ilustrado na Figura 7-B. Essa situação evidencia a necessidade de uma adequada proteção contra a umidade e infiltrações externas, a fim de preservar a aparência e o desempenho do material ao longo do tempo. O escurecimento das placas pode influenciar negativamente na iluminação natural da casa, uma vez que o material possui uma coloração escura, o que pode demandar um maior uso de iluminação artificial para compensar a deficiência de luz natural.

Figura 7: A) Placa OSB utilizada no forro. B) Ponto isolado com alteração na coloração da placa.



Fonte: elaborado pelos autores.

5.2.2. Piso de PVC reciclado

O piso utilizado na CPE é uma composição que contém 70% de PVC reciclado, o que o torna uma opção sustentável para revestimento. Além disso, o piso apresenta vantagens como o auxílio no isolamento acústico e térmico, resistência a cupins, facilidade de limpeza e manuseio. Essas características contribuem para um ambiente mais confortável e de fácil manutenção.

No entanto, durante a avaliação da CPE, observou-se o descolamento de algumas peças do piso em áreas molhadas, como na área de serviços, conforme ilustrado na Figura 8. Essa situação indica que a aplicação desse tipo de piso não é recomendada para ambientes sujeitos a umidade constante. A umidade pode afetar a aderência do material, levando ao descolamento das peças e comprometendo a durabilidade e estabilidade do piso.

Figura 8: Descolamento do piso de PVC.



Fonte: elaborado pelos autores.

Portanto, é importante considerar alternativas mais adequadas para áreas sujeitas a umidade, como a utilização de pisos específicos para ambientes molhados, que possuam características de resistência à umidade e maior aderência. Dessa forma, será possível garantir a durabilidade e a integridade do piso, evitando problemas como o descolamento de peças e contribuindo para a manutenção de um ambiente seguro e sustentável.

5.2.3. Tijolo solo cimento

O tijolo utilizado na construção da CPE é composto por água, cimento e solo compactado, dispensando o processo de queima. Sua característica modular trouxe facilidades para as instalações elétricas e hidráulicas, além de apresentar um bom desempenho estrutural. O uso da alvenaria em tijolos à vista foi uma opção encontrada que permitiu o uso de tinta de terra e impermeabilizantes ecológicos, dando destaque ao componente natural utilizado. No entanto, devido ao não cumprimento do tempo de cura do tijolo pela empresa fornecedora, acarretou na perda da resistência do mesmo, sendo observados alguns pontos com sinais de degradação do tijolo (Figura 9).

Figura 9: Parede interna com sinais de degradação.



Fonte: elaborado pelos autores.

O uso do tijolo nas paredes, assim como as placas OSB no forro, contribui para uma pequena deficiência na iluminação natural do protótipo, que pode ser corrigida pelo uso de pinturas com cores claras acompanhadas de iluminação artificial. Também são observadas várias frestas entre as fiadas dos tijolos que separam os cômodos da casa, devido à ausência de junta vertical nestes pontos. Além da questão estética da casa, as frestas permitem a passagem da luz e do som entre os cômodos, afetando o conforto acústico do protótipo. No entanto, trata-se de detalhe construtivo da definição do uso ou não de junta vertical.

Além disso, é observada a presença de várias frestas entre as fiadas dos tijolos que separam os cômodos da casa, devido à ausência de junta vertical nesses pontos. Essas frestas, além de afetarem a estética da residência, permitem a passagem de luz e som entre os cômodos, comprometendo o conforto acústico do protótipo. No entanto, a decisão de utilizar ou não junta vertical é um detalhe construtivo que pode ser considerado de acordo com os requisitos específicos do projeto.

5.2.4. Esquadrias de eucalipto, tinta ecológica impermeável e telha Tetra Pak

Estes materiais são duráveis e não apresentaram problemas, ao contrário, demonstraram um ótimo desempenho, não exigindo qualquer tipo de reparo durante a APO. Na Figura 10-A podem ser observadas as esquadrias da entrada do protótipo.

Em relação às telhas (Figura 10-B), é importante ressaltar que são fabricadas a partir de embalagens Tetra Pak recicladas. Essas telhas apresentam resistência ao granizo, proporcionam bom isolamento térmico e oferecem um benefício ambiental, uma vez que dão um destino nobre a embalagens de longa vida, contribuindo para a sustentabilidade e oferecendo uma nova alternativa para a construção civil. Durante a avaliação, as telhas não apresentaram problemas e demonstraram um desempenho satisfatório.

Figura 10: A) Esquadrias na entrada da Casa Popular Eficiente. B) Modelo da telha ondulada tetra pak usada na residência.



Fonte: elaborado pelos autores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a Avaliação Pós-Ocupação (APO) da Casa Popular Eficiente, foi constatado que alguns experimentos e materiais estão sujeitos a adaptações e melhorias. Um exemplo é o sistema de calefação, que apresentou superaquecimento do dormitório durante o verão. Nesse sentido, sugere-se a necessidade de projetar um brise horizontal para evitar a incidência direta do sol ou explorar o uso de um material isolante para bloquear a passagem do calor pelos orifícios na parede. No caso do sistema de aquecimento da água do chuveiro, que depende atualmente da radiação solar, é recomendável a utilização de um sistema auxiliar elétrico para aquecer a água em situações de insuficiência de exposição solar.

Em termos de materiais utilizados na Casa Popular Eficiente, destaca-se a importância do correto processo de cura do tijolo solo cimento para garantir alta resistência, qualidade e acabamento. Quanto ao piso de PVC, não é recomendado o seu uso em áreas úmidas, sendo necessário substituí-lo por outro tipo de revestimento mais adequado.

É importante ressaltar que os fatos e ajustes identificados durante a APO são, em sua maioria, detalhes construtivos que podem ser facilmente corrigidos para melhorar o desempenho em futuras construções desse protótipo. Além disso, é possível destacar a viabilidade desses materiais e experimentos na construção de habitações de interesse social, pois apresentam baixo impacto ambiental e custos reduzidos.

Por fim, e não menos importante, destaca-se a importância dos experimentos e materiais da Casa Popular Eficiente da UFSM e suas aplicações em futuras edificações por todo o Brasil, visto que ela é pensada para atender às demandas de conforto térmico, acústico e visual dos moradores, aliadas ao baixo

custo. Além disso, demonstra que é possível priorizar soluções sustentáveis ao mesmo tempo em que inova no modo de construir. É interessante expandir e adaptar esses materiais em outras zonas bioclimáticas brasileiras, pois em virtude da extensão territorial e heterogeneidade climática do país, os materiais e experimentos podem comportar-se de maneira distinta dos apresentados neste artigo.

REFERÊNCIAS

BONDUKI, N. G. **Origens da habitação social no Brasil**. Análise Social. vol. xxix (127), 1994, 711-732. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/470900/mod_resource/content/1/Origens%20da%20habita%C3%A7%C3%A3o%20social%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2023.

CHAVES NETO, L. **Gestão das águas no século XXI: uma questão de sobrevivência**. São Paulo: Atlas, 2005.

FONTELLES, M. J.; SIMÕES, M. G.; FARIAS, S. H.; FONTELLES, R. G. S. **Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa**. 2009. Disponível em: <https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C8_NONAME.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2023.

KOZLOSKI, C. L.; VAGHETTI, M. A. O. **Casa Popular Eficiente: processo inicial e considerações quanto a Avaliação Pós Ocupação**. Anais: ENSUS. UFSC. v.4. 2019. p. 648-657.

MARGUTI, B. O. **Políticas de Habitação**. 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8628?mode=full>>. Acesso em: fevereiro de 2023.

MEDEIROS, V. A.; NARDI, V. **Casa Sustentável**. 2012. Disponível em: <http://sengeba.org.br/wp-content/uploads/2014/04/21-08-2012_construcao_sustent.pdf>. Acesso em: fevereiro de 2023.

RUBIN, G. R.; BOLFE, S. A. **O desenvolvimento da habitação social no Brasil**. Ciência e Natura, v. 36 n. 2 mai-ago. 2014, p. 201–213.

VILLA, S. B.; SARAMAGO, R. de. C. P.; GARCIA, L. C. **Desenvolvimento de metodologia de Avaliação Pós Ocupação do Programa Minha Casa Minha Vida: Aspectos Funcionais, Comportamentais e Ambientais**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea. 2016.