

## **Avaliação Pós Ocupação (APO) do Protótipo da Casa Popular Eficiente (CPE) construído no Centro de Eventos da UFSM.**

### **Marcos Alberto Oss Vaghetti**

Professor do Departamento de Estruturas e Construção Civil;  
Universidade Federal de Santa Maria; marcos.vaghetti@ufsm.br

### **Taís Carvalho dos Santos**

Acadêmica em Engenharia Civil; Universidade Federal de Santa Maria;  
taiscarvalhoec@gmail.com

### **Daniéli Uliana**

Mestranda em Geografia; Universidade Federal de Santa Maria;  
daniuliana95@hotmail.com

### **Eixo Temático: Tecnologia e Sustentabilidade na produção na cidade sul-americana contemporânea.**

#### **1. Introdução**

Conforme a CBIC (2018) a população brasileira tem sofrido drásticas alterações nos últimos anos devido às diminuições nas taxas de natalidade e aumento da expectativa de vida, ou seja, o envelhecimento da população. Assim, a nova dinâmica das moradias está sendo direcionada para a área urbana, impactando diretamente no crescimento e demanda por novas habitações na cidade.

De acordo com os estudos do Ministério do Desenvolvimento Regional (2018), há uma tendência de que a demanda por futuras moradias venham a aumentar a partir de vários processos migratórios populacionais e adesão a novos estilos de vida, os quais se destacam: diminuição de filhos por mulher, autonomia financeira e mobilidade dos jovens com melhores qualificações e oportunidades de mercado de trabalho, entre outros elementos. Esse fenômeno é observado em maior quantidade nas regiões nordeste e sudeste e menores nas regiões centro-oeste e norte.

Sendo assim, é de suma importância pensar na construção de moradias populares que contemplem soluções ecológicas com materiais ecoeficientes e economicamente atrativos (VAGHETTI et. al., 2015), já que, a indústria da construção civil é responsável pelos maiores consumos de recursos naturais e uso de energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais a partir desses usos e outros associados à geração de resíduos sólidos e líquidos. (Oliveira, 2015). Junto à isso, é essencial que se considere os aspectos econômicos dessas moradias, para que, além de uma alternativa sustentável, seja uma alternativa viável à todos, contendo métodos passíveis de utilização em habitações de interesse social- HIS.

A Casa Popular Eficiente, localizada no Centro de Eventos da Universidade Federal de Santa Maria, foi construída no ano de 2013 na zona bioclimática 2 brasileira, projetada a partir de diferentes desenhos de fachadas e modelos para o protótipo. O projeto inclui os 55,42 m<sup>2</sup> de área útil sob uma cobertura de duas águas, as aberturas presentes na parte superior estão voltadas para a direção oeste e tem como resultante uma área exposta à ventilação onde estão a cozinha e sala. No quadrante leste estão os dormitórios e o banheiro, com forro horizontal e aberturas para integrar a estratégia de ventilação cruzada efeito chaminé. (Kozloski; Vagheti, 2019), conforme a Figura 01.



Figura 01: Casa Popular Eficiente, Centro de Eventos, Universidade Federal de Santa Maria.

Elaboração: os autores.

A Avaliação Pós-Ocupação (APO) é um conjunto de métodos e técnicas que tem por objetivo dar ênfase ao ponto de vista dos usuários finais dos ambientes construídos, exigindo destes, criticidade e grande observação a fim de obter pontos a serem melhorados na habitação. Como se baseia em aspectos ligados a funcionalidade de cada ambiente da casa, considerando as condições mínimas para realizar cada atividade, resume-se em como o usuário percebe e usa o ambiente, sendo estas exigências funcionais. Além disso, é avaliado as exigências humanas que se referem à conforto térmico, lumínico e acústico (KOZLOSKI; VAGHETTI, 2019). Sendo assim, a APO é um estudo que exige observação atenta e constante dos moradores da casa, visando a melhora e o aperfeiçoamento do protótipo, para que seja possível sua implementação em larga escala em uma área de interesse social no município de Santa Maria ou região central do Rio Grande do Sul (GIANNI, 2016).

O presente artigo tem como objetivo a Avaliação Pós Ocupação da Casa Popular Eficiente e discorrer sobre o comportamento dos materiais e experimentos do protótipo, sendo eles: forro OSB, tijolo solo cimento, telhas Tetra Pak, piso laminado de PVC reciclado, tintas de terra crua, esquadrias de Eucalyptus grandis, sistema de aquecimento solar para a água do banho, reaproveitamento das águas cinzas, reutilização da água da chuva para o vaso sanitário e outros fins, calefação natural, ventilação cruzada, alvenaria estrutural de tijolos de solo cimento e a cortina verde.

## 2. Referencial Teórico

A construção civil é uma das atividades mais antigas e importantes para o desenvolvimento econômico e social regional, ao passo que, também comporta-se como grande geradora de impactos ambientais, tanto pelo consumo e exploração de matérias- primas quanto pela modificação de paisagens e geração de resíduos sólidos. Os esforços para a redução do consumo devem estar presente nos projetos, na busca pela redução de recursos naturais, materiais e energia, e que sejam confortáveis e saudáveis para viver e trabalhar. Assim, as edificações devem ser construídas a partir de várias premissas, dentre elas está a escolha de materiais que agridam minimamente o meio ambiente, cuidado com o resíduo na fase de obra e ainda, que suprimam menores áreas de vegetação e visem a redução do uso de energia e água as quais possam também ser reaproveitadas (Oliveira, 2015).

Para Barbosa (2008), os padrões de produção e consumo tendem a consolidar-se no espaço urbano, sendo este espaço o foco principal na definição de estratégias e políticas de desenvolvimento.

Assim, é de grande relevância buscar alternativas sustentáveis voltadas ao modo de vida e da dinâmica das cidades. Barbosa (2008) ainda argumenta que “a sustentabilidade consiste em encontrar meios de produção, distribuição e consumo dos recursos existentes de forma mais coesiva, economicamente eficaz e ecologicamente viável.”.

O conceito de construção sustentável está alicerçado no desenvolvimento de um modelo que proponha soluções aos principais problemas ambientais de sua época sem que seja deixado de lado a tecnologia e a criação de edificações que atendam às necessidades dos usuários. Quanto mais sustentável uma obra, maior será sua responsabilidade pelo que será consumido, gerado, processado e descartado, tendo como característica principal, a capacidade de planejar e prever todos os impactos que pode vir a provocar antes, durante e depois do fim da sua vida útil. (Trevisan, 2012).

A Casa Popular Eficiente é o protótipo de uma residência baseado no interesse social aliado ao baixo custo, tem como objetivo a sua difusão para a sociedade, possibilitando a alteração positiva de hábitos da construção civil, na tentativa de buscar soluções sustentáveis e melhoramento na qualidade do ambiente construído. A CPE demonstra que a inovação na construção possibilita novas soluções para a materialidade das edificações, contribuindo assim para a satisfação ambiental e do usuário (Kozloski, Vaghetti, 2019).

A escolha quanto dos materiais utilizados em uma obra sustentável deve seguir alguns critérios quanto à origem, extração, processamento da matéria-prima além de considerar gastos em energia para sua transformação, emissão de poluente entre outros. Dessa forma é possível classificá-los como sustentáveis elevando a qualidade de uma construção bem como a qualidade de vida dos moradores e de meio como um todo. Além disso, esses materiais devem atender à características específicas dos locais onde serão feitas as construções como condições climáticas e ecossistema, por exemplo (Trevisan, 2012).

A Avaliação Pós-Ocupação tem como objetivo obter subsídios para corrigir sistematicamente as falhas e aferir eventuais acertos, bem como realimentar o processo projetual. Ornstein (2017) argumenta que no Brasil, a APO, enquanto pesquisa aplicada teve início nos anos de 1980 e tem-se consolidado em termos de ensino e pesquisa, principalmente nas universidades públicas, contribuindo

significativamente para diversas áreas da Arquitetura e Urbanismo, computação gráfica, etc. A

Figura 2 apresenta a ideia base de uma APO:

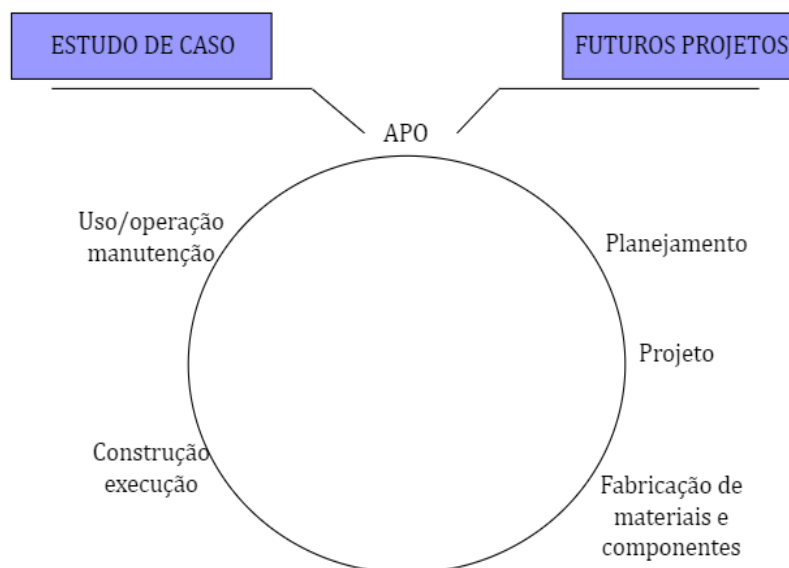


Figura 2: Fluxograma Básico de APO  
Fonte: Ornstein, Romero 2012

Para Arantes (2012), são várias as análises pós-ocupação realizadas a fim de adaptar e propor mudanças nas construções já existentes, visando uma melhoria da interação entre os ambientes construídos e seus usuários.

### 3. Metodologia

A Avaliação Pós Ocupação esta sendo executada a partir do ponto de vista dos usuários ou comportamental. O estudo baseia-se em Abiko e Ornstein (2002) que organizou a avaliação em quatro subáreas: Avaliação dos aspectos funcionais, éticos e construtivos e avaliação do conforto ambiental. Sendo realizada desde 2016, após três anos de ocupação da residência, a APO do protótipo da CPE está prevista para ocorrer até o final de 2019.

#### 3.1 Aspectos Funcionais

O roteiro metodológico se baseou em um estudo comparativo entre dados coletados junto aos técnicos envolvidos na construção do protótipo e dados coletados junto aos usuários:

- Contatos com técnicos envolvidos com o projeto da Casa Popular Eficiente (CPE);
- Obtenção de dados do projeto executivo do protótipo;
- Avaliação in loco da área;
- Registro diário feito pelos usuários;
- Registro diário de dados coletados pelos equipamentos de medições;
- Registro fotográfico;
- Automatização dos diversos sistemas do protótipo.

### 3.2 Aspectos Construtivos

Quanto à avaliação construtiva, tem sido feito um monitoramento e avaliação das técnicas construtivas utilizadas e possíveis patologias surgidas, de acordo com a primeira etapa, a avaliação de aspectos funcionais. Para isso, são vistoriadas estrutura de fundação, superestrutura, cobertura, vedações, instalações hidrossanitárias e elétricas.

### 3.3 Aspectos éticos

Os moradores que residiram ou residem na casa devem estar atrelados às áreas abrangentes no Grupo de Pesquisa e Estudo em Tecnologias Sustentáveis (GEPETECS) e possuir conhecimento mínimo das áreas abrangentes no projeto de Avaliação Pós Ocupação. Além disso, todo morador deve estar ciente de possíveis riscos e desconfortos como: arrombamento do protótipo, trânsito de pessoas no interior da residência em horários e datas estabelecidas, incêndio e demais riscos que uma moradia comum pode proporcionar ao morador. Pensando nisso, a CPE foi construída com trancas e grades nas aberturas e futuramente será construída uma cerca delimitando a área do projeto para proporcionar mais privacidade aos voluntários.

### 3.4 Conforto Ambiental

Consiste em uma avaliação *in loco*, tendo ênfase em aspectos como a iluminação natural, artificial, acústica bem como o funcionamento dos equipamentos instalados e demais projetos que

funcionam em conjunto. Ainda, Ornstein (2017) sugere que a avaliação deve ser feita durante todas as etapas do ciclo de vida da edificação, não sendo realizada unicamente para o desempenho do sistema construtivo. Por isso, prevê-se a continuação da APO posteriormente ao período indicado inicialmente, de modo a acompanhar futuras alterações e reformas.

#### 4. Resultados

##### Avaliação Preliminar da Casa Popular Eficiente

Os resultados finais da Avaliação Pós Ocupação da Casa Popular Eficiente ainda estão em andamento, sendo encerrados no final do segundo semestre de 2019 e dará suporte para que futuros experimentos venham ser aplicados no protótipo, contribuindo também para pesquisas acadêmicas de graduação, mestrado e doutorado. Os estudantes que já residiram e residem no protótipo são voluntários escolhidos devido ao vínculo com Grupo de Pesquisa e Estudo em Tecnologias Sustentáveis (GEPETECS), sendo alunos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e, além disso, possuem conhecimento sobre as áreas abrangentes na Casa Popular Eficiente como engenharias, geografia e agronomia, entre outros. Atualmente a Casa possui duas moradoras (Taís Carvalho dos Santos e Daniéli Uliana) as quais são responsáveis pela identificação de falhas construtivas, funcionalidade da residência e para contribuir com os projetos em andamento.

Quanto aos experimentos na CPE no que tange aos aspectos de conforto ambiental, térmico e luminoso, é possível identificar que a intencionalidade de construir o protótipo com os quartos voltados ao quadrante leste, sala e cozinha a oeste, gerou a necessidade de colocar reboco interno nas paredes em que os raios solares incidem diretamente durante o dia a fim de diminuir a transmitância da parede. Outro experimento importante para minimizar os impactos de aquecimento dos cômodos, foi a instalação de um brise vegetal no quadrante oeste, na parede externa da sala. No verão, tendo em vista a presença do brise, notou-se um maior conforto térmico na sala, já que na cozinha, onde não havia proteção, os raios incidiam diretamente na parede e naturalmente vinha a ser mais quente.

No que diz respeito à iluminação natural da casa, notou-se que a moradia em si possui uma pequena deficiência, devido principalmente ao uso de tijolo solo cimento nas paredes e placa OSB no

forro os quais se caracterizam por cores escuras. Deficiência essa, que poderá ser facilmente corrigida pelo uso de pinturas com cores claras acompanhadas de iluminação artificial.

No sistema de calefação natural ou Sistema Solar Passivo de Aquecimento de ar através do ganho isolado de calor, pode-se perceber a compatibilidade dos resultados encontrados a partir do experimento com o que ocorre na prática. Durante os períodos de verão, veranico ou quentes, ainda que fora da estação predominante, pode-se sentir que o dormitório fica muito aquecido, com temperaturas acima do ambiente externo. No inverno ou dias de temperaturas menores ainda que em outra estação, o quarto também fica frio, ao menos que durante o dia faça sol, sendo assim, apenas no final da tarde o dormitório estará com temperatura consideravelmente confortável. Portanto, o sistema pode vir a ser eficaz no inverno quando tenha presença de sol, já no verão não é eficiente, pois a temperatura do quarto aumenta e torna-se extremamente fora dos padrões de conforto para o corpo humano. É notória a necessidade de se projetar um brise horizontal, por exemplo, pensando no controle dessa incidência na estação de verão eliminando o sobreaquecimento.

Para a ventilação natural e cruzada constatou-se um alinhamento dos resultados experimentais da ventilação cruzada com as experiências sensoriais dos moradores, sendo de expressiva importância o fechamento das aberturas em períodos ou dias mais frio ou abertura das entradas de ar em períodos ou dias quentes, para maior conforto dentro da CPE.

Quanto aos sistemas de aquecimento solar de água, são muito eficazes quando os dias estão ensolarados, mas quando isso não ocorre ou é período de inverno, a água do chuveiro se mantém em 34°C, o que a torna desconfortável para o banho. Outro aspecto importante de ressaltar é o tempo que o chuveiro demora em aquecer, cerca de 3-5 minutos, e a água corrente é toda desperdiçada. O aquecimento solar de água não é suficiente em dias muito frios e/ou nublados.

No que diz respeito à análise econômica, a CPE possui valor acima dos valores médios de habitação de interesse social financiadas pelos programas do Governo Federal. Para KOZLOSKI; VAGHETTI, (2019) “Isso se deve, principalmente, à disponibilidade no mercado regional dos materiais utilizados, e a pouca demanda pelos mesmos, principalmente o tijolo de solo-cimento e os elementos horizontais, como piso e forro, e telhas, resultando no encarecimento do produto final.”



Sobre os materiais presentes na casa: **I) a Placa OSB:** em dias de chuvas intermitentes ou úmidos, vinha a ter problemas com infiltração e surgiam áreas com mofo/bolor, o demonstra a necessidade de uma membrana para barrar o contato com a água, sistema utilizado em construções de Steel Frame; **II) Piso PVC:** quando em contato com água, ele tende a descolar, sendo necessário o uso convencional de piso cerâmico em áreas molhadas e ainda, não aceita muito bem as ceras se comparado com os demais pisos; **III) Tijolo solo cimento:** possui bom desempenho, mas também ocorreu dificuldades em fixar suportes, como tomadas ou parafusos, especialmente devido ao tijolo fornecido para a obra não ter sido curado suficientemente, em função da grande demanda da fábrica na época; **IV) Esquadrias de eucalipto, tinta ecológica impermeável e telha Tetra Pak:** apresentam bom desempenho até o momento.

As condições externas à casa, como as áreas de ajardinamento encontram-se em adaptação e implantação de novos projetos, como o sistema de tratamento de águas cinzas, minhocário e horta. Em relação ao entorno, como área institucional, não é possível determinar que as condições previstas na etapa projetual se mantenham, existindo a possibilidade de novas construções, como ocorre atualmente ao lado oeste da residência.

## 5. Considerações Finais

A Casa Popular Eficiente sendo um protótipo de residência de interesse social aliada à construção de baixo impacto ambiental e baixo custo é uma alternativa às construções atuais tão agressoras ao meio ambiente e pouco pensadas no conforto dos seus usuários. Demonstra que é possível priorizar soluções sustentáveis ao mesmo tempo em que inova no modo de construir. Quanto ao que se refere à custos, todos os projetos testados e executados na CPE são pensados para serem economicamente viáveis, a fim de desmistificar a ideia de que métodos sustentáveis são caros e não excluir nenhuma classe social do seu uso. Todas as pesquisas e projetos realizados dentro da CPE, bem como o protótipo em si, estão sujeitos a adaptações e alterações projetuais para um melhor desempenho da construção às condições onde está inserida.

É válido ressaltar que alguns problemas e ineficiências construtivas são recorrentes em todas as construções, sendo necessário um enfoque maior para a correção ou minimização desses

problemas que surgem em pequeno, médio e longo prazo, e afetam bruscamente na qualidade de vida dos respectivos moradores, além de impactar negativamente no meio ambiente. É possível a utilização de materiais e métodos menos agressores bem como torna-los acessíveis à todos sendo a Avaliação Pós Ocupação uma ferramenta indelével para o alcance desses objetivos.

## Referências

ARANTES, B. **Conforto térmico em edificações de interesse social – Um estudo de caso**. 2012. 99f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Bauru, 2012.

BARBOSA, Gisele.S. O Desafio do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Visões**. 4ª edição. nº4. v. 1. 2008.

CAMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Informativo da Indústria da Construção**. Disponível em:< [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2018/07/CBIC\\_newsletter\\_147-1.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2018/07/CBIC_newsletter_147-1.pdf)> Acesso em: 30/08/2019.

GIANNI, L.V. **Estudo Avaliativo Sobre a Implantação da Casa Popular Eficiente da UFSM em Área do município de Santa Maria-RS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria -UFSM. Santa Maria. 2016.

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

MINISTERIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. Disponível em:< <http://www.capacidades.gov.br/>> Acesso em: 31/08/2019.

OLIVEIRA, T. Y.M.de. **Estudo sobre o uso de materiais de construção alternativos que otimizam a sustentabilidade em edificações**. Trabalho de Conclusão do Curso (Curso de Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2015. 114p.

ORNSTEIN, Sheila.W. Avaliação Pós-Ocupação (APO) no Brasil, 30 anos: o que há de novo? **Revista Projetar**. v.2.n.2. 2017. p.7-12.

TREVISAN, R.B. **A importância de construções sustentáveis para o meio ambiente e para o homem**. Curitiba, 2012. Disponível em:< <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/40123/R%20-%20E%20-%20RICARDO%20BECKERT%20TREVISAN.pdf?sequence=2&isAllowed=y>> Acesso em: 31/08/2019.

VAGHETTI et. al., Casa Popular Eficiente: Uma proposta de moradia de baixo custo e sustentável. In: **Euro ELECS**, 8ª Edição, 2015, Guimarães-Portugal, Euro ELECS Proceeding Volume 3, 2325-2334p.

ROMÉRO, M.A., VIANA, N.S. (2002) Procedimentos metodológicos para aplicação de avaliação de pós ocupação em conjuntos habitacionais de baixa renda: do desenho urbano à unidade habitacional. In: ABIKO, A.K., ORNSTEIN, S.W. (Ed.) **Inserção urbana e Avaliação pos ocupação (APO) da Habitação de Interesse Social**. Coletânea Habitare. São Paulo: FINEP. Cap. 8 Pag 211-241.