

CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS: UM ESTUDO DE CASO DE APO DA CASA POPULAR EFICIENTE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA.

1 INTRODUÇÃO

É de suma importância pensar em construções que contemplem soluções ecológicas com materiais ecoeficientes e economicamente atrativos (Vagheti 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 a isso, é essencial que se considere os aspectos econômicos dessas moradias, para que, além de uma alternativa sustentável, seja uma alternativa viável a todos, contendo métodos passíveis de utilização em habitações de interesse social- HIS.

Consoante a isso, a Casa Popular Eficiente é o protótipo de uma residência baseado no interesse social e baixo custo, tendo como objetivo a sua difusão para a sociedade, a fim de possibilitar 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 Avaliação Pós Ocupação (APO), é uma série de métodos e técnicas que diagnosticam fatores positivos e negativos durante o uso de um determinado ambiente, analisando os aspectos socioeconômicos, de infraestrutura e superestrutura urbana dos sistemas construtivos, tais como o conforto ambiental, fatores estéticos, funcionais e comportamentais, levando em consideração o ponto de vista dos moradores, projetistas, entre outros. A APO busca também aferir o atendimento das necessidades e nível de satisfação dos usuários, tendo assim, grande validade ecológica, pois analisa e diagnostica a partir dos estudos in loco em escalas e tempos reais. (ROMÉRO, ORNSTEIN, 2003), ela também exige observações minuciosas e constantes para que assim, haja uma melhoria substancial no protótipo (GIANNI, 2016).

Assim, o presente artigo tem como objetivo apresentar a Avaliação Pós Ocupação da Casa Popular Eficiente da UFSM, com ênfase aos anos de 2018 e 2019, bem como corroborar a partir dos seus resultados preliminares com os estudos ligados à sustentabilidade e construções sustentáveis que contemplem as ideias voltadas à moradias populares.

1.1 Estudo de Caso: Casa Popular Eficiente

A Casa Popular Eficiente, localizada no Centro de Eventos da Universidade Federal de Santa Maria, foi construída no segundo semestre de 2013, foi projetada a partir de diferentes desenhos de fachadas e modelos para o protótipo, o projeto consta com 55,42 m² de área útil. (KOZLOSKI; VAGHETTI, 2019). A casa é considerada uma prova de que é possível construir moradias populares que contemplem soluções ecológicas com materiais ecoeficientes e economicamente atrativos (VAGHETTI et. al., 2015). Além disso, a casa é muito utilizada para a implantação e testes de pesquisas em diferentes áreas, como conforto térmico (VAGHETTI et. al., 2015b) e acústico (VAGHETTI et. al., 2015a), controle e automação residencial, sanitária e ambiental; a fim de facilitar e alavancar a descoberta de cada vez mais recursos e materiais aplicáveis a um baixo custo.

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



Elaboração: os autores (2020)

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2020), a construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável, já que é o setor que mais consome recursos naturais, gerando grandes impactos ambientais. Estima-se que 50% dos resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas, sejam provenientes da construção.

Os debates sobre a forma de utilização dos recursos naturais e a importância de rever e alterar o relacionamento do homem com a natureza, iniciaram desde os anos 70, com a crise

mundial do petróleo. Ainda que existam eventos e acordos internacionais que contemplem essa temática, ainda tem muito a ser feito, os reflexos desses debates mostram-se tímidos, gerando poucos resultados. Comumente, são noticiados casos de problemas urbanos, como enchentes devido ao excesso de impermeabilização dos solos pela construção civil, excesso de resíduos depositados em lugares impróprios, entre outros. Assim, é de suma importância a construção de cidades e edifícios que respeitem o meio ambiente, para isso, torna-se necessário, trabalhar a sustentabilidade em todas as etapas do processo: planejamento, projeto, construção e uso. Solano (s/d)

A partir das últimas décadas do século XX, a consciência ambiental vem ampliando de forma considerável em todo o planeta e de maneira expressiva no Brasil. Os modelos de crescimento econômico e de apropriação dos recursos ambientais entraram numa profunda crise, ensejando a mudança de paradigmas na relação homem-ambiente. Pressões da sociedade civil em face dos graves e constantes acidentes ambientais e à exaustão de recursos naturais essenciais à sobrevivência das futuras gerações mobilizaram governos e empresas para a definição de normas e procedimentos que protejam o ambiente natural, bem como recuperem ou produzam ambientes urbanos ambientalmente sustentáveis. Vieira, Filho (pg. 02, 2009).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada em agosto de 2020, é um instrumento importante no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos causados pelo manejo inadequado de resíduos sólidos. Dessa forma, indústria, comércio, municípios, todos trabalham na busca por um melhor ordenamento do ambiente urbano, priorizando a qualidade de vida da população a través de melhorias na mobilidade urbana, poluição, descarte de resíduos, eficiência energética, entre outros aspectos que contribuem para tornar as cidades sustentáveis. Ministério do Meio Ambiente (2020)

A partir dessa definição, correlacionam-se princípios que devem ser atendidos visando a sustentabilidade da cidade, sob o aspecto da legislação vigente no âmbito federal, que são traduzidos em qualidade de vida para a população como o direito a um lote ou a uma moradia urbana, dotada de infra-estrutura básica como água, esgoto, drenagem, coleta de lixo, sistema viário adequado, bem como o direito a um sistema de transporte coletivo eficiente, acesso aos serviços públicos, ao trabalho e aos espaços públicos destinados ao lazer e à recreação. Araújo (pg.150, 2006)

De acordo com Trevisan (2012), reduzir as emissões de gases poluentes na construção civil não significa parar ou obstruir a atividade, mas torná-la mais eficiente do ponto de vista ambiental e socioeconômico. Dessa forma, a implementação de construções sustentáveis beneficiam o meio ambiente como um todo, além de trazer maior qualidade de vida as pessoas.

O Brasil possui grandes problemas ligados à moradia e infraestrutura. Famílias vivem em lugares inóspitos que carecem de sistemas básicos, com condições mínimas de sobrevivência. Wiczynski (2015)

Conforme a CBIC (2018) a população brasileira tem sofrido drásticas alterações nos últimos anos causadas pelas diminuições nas taxas de natalidade e aumento da expectativa de vida, causando portanto, o envelhecimento populacional. Destarte, 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 o Ministério do Desenvolvimento Regional (2018), há uma tendência de que a demanda por futuras moradias venha 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.

Portanto, são necessárias demandas de ideias e moradias sustentáveis acessíveis a toda a população. Nesse viés, a Casa Popular Eficiente da Universidade Federal de Santa Maria foi construída com o propósito de ser uma alternativa sustentável e viável para futuras Habitações de Interesse Social- HIS. Para isso ocorrer, está em andamento a Avaliação Pós Ocupação:

A Avaliação Pós-Ocupação 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. Por isso possibilita diagnósticos consistentes e completos sobre os aspectos positivos e negativos encontrados nos ambientes construídos e que irão fundamentar as recomendações e as intervenções para os edifícios avaliados, como também para futuros projetos semelhantes, definindo assim um ciclo realimentador da qualidade no processo de projeto. Ipea (pg. 9, 2016)

3 METODOLOGIA

A Avaliação Pós Ocupação vem sendo executada a partir do ponto de vista dos usuários, e baseia-se nos estudos de 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 quatro anos de ocupação da residência, a APO do protótipo da CPE, terá encerramento em 2020.

No que tange aos aspectos funcionais, foi feito um estudo comparativo entre os dados coletados junto aos técnicos envolvidos na construção do protótipo e dados coletados junto aos usuários, bem como a avaliação in loco, registros fotográficos, coletas diárias de dados e automatização dos diversos sistemas do protótipo.

A respeito dos aspectos construtivos, tem sido feito um monitoramento e avaliação das técnicas construtivas utilizadas e possíveis patologias surgidas. Para isso, são vistoriadas estrutura de fundação, superestrutura, cobertura, vedações, instalações hidrossanitárias e elétricas.

Quanto aos 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.

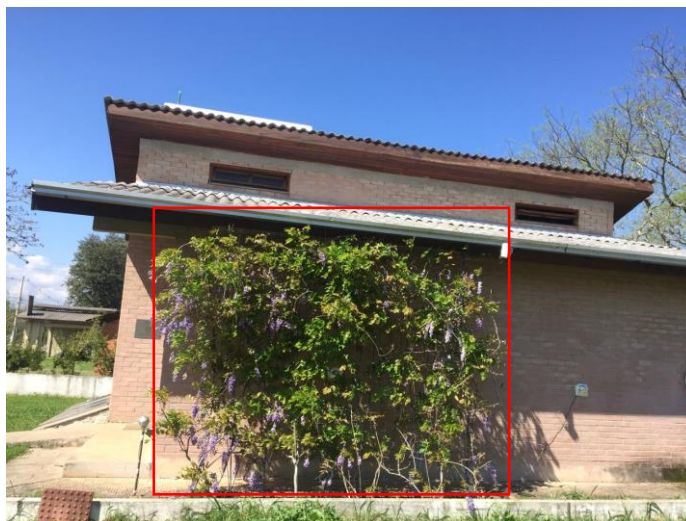
E por fim, quanto ao conforto ambiental, consiste em uma avaliação *in loco*, tendo ênfase em aspectos como a iluminação natural, artificial, acústica bem como o funcionamento dos equipamentos instalados e demais projetos que funcionam em conjunto.

4 DISCUSSÃO

4.1 Experimentos

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.

Figura 02: Brise da Casa Popular Eficiente da Universidade Federal de Santa Maria.



Elaboração: os autores (2020)

Quanto 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.

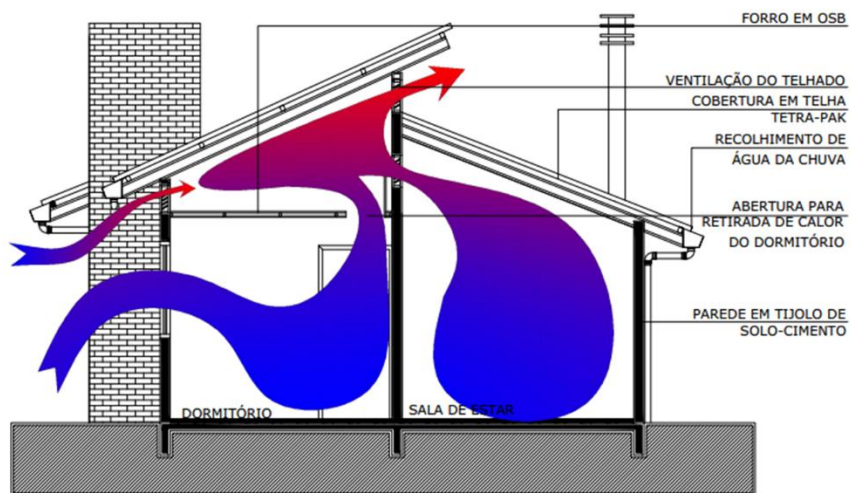
Figura 03: Sistema de Calefação da CPE da Universidade Federal de Santa Maria



Elaboração: os autores (2020)

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.

Figura 04: Ventilação Cruzada e natural da Casa Popular Eficiente da UFSM.



Elaboração: Vaghetti (2019)

Quanto aos sistemas de aquecimento solar de água, são muito eficazes quando os dias estão ensolarados, mas no período de inverno, a água do chuveiro se aquece pouco, mantendo-

se em 34°C aproximadamente, 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. Sendo necessário pensar em algo para controle do desperdício ou reutilização dessa água.

Quando se considera a 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.

4.2 Materiais

Sobre os materiais presentes na casa:

I) 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 ou mesmo o uso de impermeabilizante na placa;

Figura 05: Placa OSB da Casa Popular Eficiente da UFSM



Elaboração: os autores (2020)

II) Piso PVC: quando em contato com água, ele tende a descolar, sendo necessário o uso convencional de piso cerâmico em áreas molhadas o que já é previsto em norma além disso, há

um espaço considerável entre as laminas o que leva ao acúmulo de sujeira, indicadores que caracterizam erros de execução.

Figura 06: Piso PVC da Casa Popular Eficiente da UFSM.



Elaboração: os autores (2020)

III) Tijolo solo cimento: possui bom desempenho, mas também ocorrem dificuldades em fixar suportes, como tomadas ou parafusos, devido ao não comprimento do tempo de cura do tijolo pela empresa fornecedora, causando uma perda em resistência. Junto a isso ocorreu erro na execução nas paredes internas, as quais contam com espaços vazios bem como excesso de argamassa em alguns pontos o que além de causar incomodo visual, deixa transpassar a luz de um cômodo para o outro;

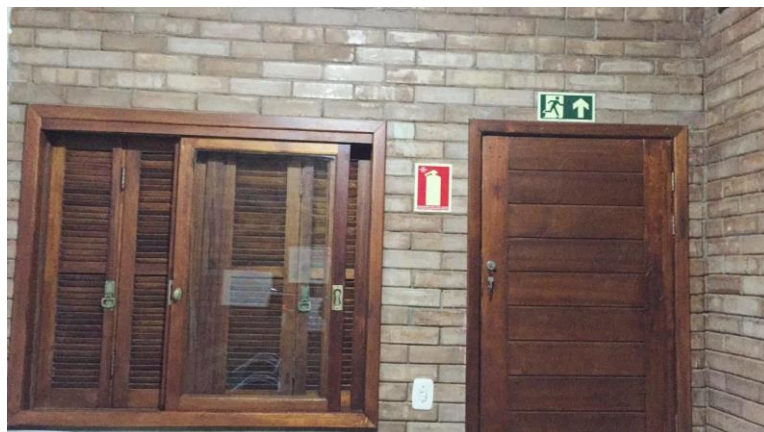
Figura 07: Tijolo Solo cimento da Casa Popular Eficiente da UFSM



Elaboração: os autores (2020)

IV) Esquadrias de eucalipto, tinta ecológica impermeável e telha Tetra Pak: não apresentaram problemas, ao contrário, demonstraram um ótimo desempenho não exigindo nenhum tipo de reparo durante a duração da APO.

Figura 08: Esquadrias de Eucalipto da Casa Popular Eficiente da UFSM.



Elaboração: os autores (2020)

As condições externas à casa, como as áreas de ajardinamento encontram-se em adaptação e implantação de novos projetos e materiais, como o sistema de tratamento de águas cinzas, e a instalação de cerca de PVC nos arredores da casa. Vale ressaltar que o sistema de compostagem já se provou eficiente com a separação do lixo e utilização do húmus como adubo para a horta, sendo um ótimo fertilizante natural, produzindo diversos alimentos irrigados com água da chuva armazenada. Atualmente estuda-se a possibilidade de ampliação da horta e melhora do sistema de compostagem através de uma composteira maior.

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, porém em paralelo a isso, busca-se sempre manter a arborização original e estudar a plantação de outras para que possibilite aos usuários utilização do ambiente externo como uma área natural de descanso.

5 CONCLUSÃO

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 pensada 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.

Destaca-se que a presença de alguns problemas e ineficiências construtivas é recorrente 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.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ARAÚJO, M. L. M. **Sustentabilidade das cidades: aspectos conceituais.** R. RA´E GA, Curitiba, n. 12, p. 145-152, 2006. Editora UFPR .

BARBOSA, Gisele.S. O Desafio do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Visões.** 4ª edição. n°4. 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> 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.

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. Brasília, DF: IPEA, 2006. 64p. (Texto para discussão, n.2234)

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.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em:< <http://www.capacidades.gov.br/>> Acesso em: 31/08/2019.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em:< <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/planejamento-ambiental-e-territorial-urbano/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel.html>> Acesso em 23 de setembro de 2020.

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

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.

ROMÉRO, M.de A.; ORNSTEIN, S.W. (Org). **Avaliação Pós Ocupação: Métodos e Técnicas Aplicadas à Habitação Social**. Programa de Tecnologia em Habitação: Coleção Habitare. Porto Alegre: ANTAC. 2003

SOLANO, R.B.P. **A importância da Arquitetura Sustentável na redução do Impacto Ambiental**. s/d. Disponível em:< <https://www.usp.br/nutau/CD/28.pdf>> Acesso em: 22 de setembro de 2020.

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 de agosto de 2019.

VAGHETTI, M. A. O.; SANTOS, J. C. P.; CARISSIMI, E. (2015). Casa popular eficiente: uma proposta de moradia de baixo custo e sustentável. In: Encontro Latino- Americano e Europeu sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, 1, Guimarães. Euro-ELECS 2015: **Anais...** Guimarães: Euro-ELECS. Disponível em:<http://civil.uminho.pt/euroelecs2015/files/EuroELECS_2015Proceedings_Vol3.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

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

VIEIRA, L.A.; FILHO, M.N.M.B. A emergência do conceito de Arquitetura Sustentável e os métodos de avaliação do desempenho ambiental das edificações. **Humanae**, v.1, n.3, p. 1-26, Dez. 2009.

WIECZYNSKI, V.J. **Construções mais sustentáveis: alternativas para uma habitação de baixo custo econômico**, 2015. Disponível em: < <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/Artigo-Vladimir-Jos%C3%A9-Wieczynski.pdf>> Acesso em: 22 de setembro de 2020.