

## Casa Popular Eficiente: Uma proposta de moradia de baixo custo e sustentável

Marcos Alberto Oss Vaghetti

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Estruturas e Construção Civil, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

[marcos.vaghetti@ufsm.br](mailto:marcos.vaghetti@ufsm.br)

Joaquim César Pizzutti dos Santos

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Estruturas e Construção Civil, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

[joaquimpizzutti@hotmail.com](mailto:joaquimpizzutti@hotmail.com)

Elvis Carissimi

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

[ecarissimi@gmail.com](mailto:ecarissimi@gmail.com)

**RESUMO:** A construção civil brasileira encontra-se num momento de significativo crescimento, especialmente no investimento em casas populares, visando combater o elevado déficit habitacional existente em nosso país. Entretanto, poucos estudos e projetos vêm sendo feitos para se criar uma habitação de âmbito social que considere as questões ambientais. Dessa forma, a busca por materiais e soluções sustentáveis e de baixo custo tornou-se um dos principais focos da pesquisa, contribuindo para uma arquitetura inteligente que aproveite elementos naturais e renováveis, visando um maior conforto ao usuário. Atualmente, o grupo de pesquisa está realizando os ensaios de comportamento térmico e acústico da edificação, dentro da fase de avaliações de desempenho tanto dos materiais quanto das soluções sustentáveis. Assim, a Casa Popular Eficiente visa contribuir para sensibilizar a comunidade científica e aos profissionais da construção, da importância de moradias sustentáveis e voltadas para populações de baixa renda, melhorando a qualidade de vida das pessoas.

**Palavras-chave:** Habitação Popular, Sustentabilidade, Conforto Ambiental.

**ABSTRACT:** The Brazilian civil construction is in time of great growth, especially in investment in affordable house, to combat the high deficit that exists in our country. However, few studies and projects have been made to create a social house context that considers environmental issues. Thus, the search for sustainable materials and solutions and low cost has become a main focus of research, contributing to an intelligent architecture that lever ages renewable and natural elements, aiming at a greater comfort to the user. Currently the research team is conducting tests of thermal and acoustic behavior of the building, within the phase of performance evaluations of both the material and the sustainable solutions. Thus, the Efficient Popular House aims to help educate the scientific community and civil construction professionals on the importance of sustainable and geared house for low income population, enhance people's quality of life.

**Keywords:** Popular House, Sustainability, Environmental Comfort.

### 1 INTRODUÇÃO

Com a crise social e ambiental emergente nos dias atuais, deve-se repensar a qualidade de vida nos centros urbanos, onde estão concentrados aproximadamente 75% do contingente habitacional (IBGE, 2005). O déficit habitacional no Brasil em 2005 era de 13,2% (IBGE, 2005) e estima-se que com o crescimento das cidades e o aumento da expectativa média de vida do

brasileiro, esses índices possam crescer consideravelmente nos próximos 20 ou 30 anos, gerando um impacto ambiental significativo. A partir desses números, coloca-se a importância de se estudar alternativas de habitações populares que visem, além de contribuir para a diminuição do quadro de moradias no país e a melhoria das condições de vida das populações de baixa renda, o aproveitamento dos recursos ambientais disponíveis, possibilitando o desenvolvimento de um ambiente saudável, economicamente viável e ecologicamente correto.

A pesquisa de um protótipo de Casa Popular Eficiente foi iniciada na Universidade Luterana do Brasil (ULBRA/Curso de Arquitetura e Urbanismo) em 2008 com uma revisão bibliográfica, e teve seguimento nos anos de 2009 e 2010 através da definição dos materiais e soluções sustentáveis, bem como da elaboração dos anteprojetos. Posteriormente, em 2011 na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/Curso de Engenharia Civil), foram elaborados os projetos: arquitetônico e complementares definitivos do protótipo.

Em 2012, dando continuidade a pesquisa, o grupo GEPETECS (Grupo de Estudos e Pesquisas em Tecnologias Sustentáveis) do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) passou para a fase construtiva do protótipo, localizado no Centro de Eventos do campus da UFSM. O protótipo foi inaugurado em dezembro de 2013, contemplando soluções que considera o aproveitamento dos recursos ambientais disponíveis (energia solar, vento, águas da chuva, solo e vegetação), consistindo assim em uma alternativa para moradia de baixa renda.

O objetivo do trabalho é mostrar que é possível construir casas eficientes do ponto de vista ecológico e econômico, agregando materiais e soluções sustentáveis visando o aproveitamento dos recursos ambientais disponíveis, contrapondo com as soluções de casas populares hoje disponíveis no mercado. Esse objetivo permeia, portanto, sensibilizar a comunidade científica, os arquitetos e todos os profissionais ligados à tecnologia da construção, para a importância das moradias sustentáveis com custo reduzido e voltadas para populações de baixa renda, melhorando a qualidade de vida das pessoas.

## **2 AS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL E A SUSTENTABILIDADE**

Construir com qualidade e eficiência significa adaptar os melhores materiais e as melhores tecnologias dentro de um padrão técnico aceitável, buscando sempre alternativas que viabilizem a execução da obra em um prazo mínimo a um custo mínimo.

Todo esse esforço para a qualidade e eficiência não terá valia se não for voltado para o “bem estar do ser humano”. Sendo assim, a construção não atingirá seu real benefício que é de abrigar seus moradores com adequado conforto térmico, se o projetista não conseguir lidar com os três ingredientes básicos da arquitetura: o clima, a edificação e as pessoas que a ocupam. Projetar, então, torna-se um trabalho importantíssimo quando se pretende melhorar a qualidade de vida das pessoas, possibilitando que elas se sintam bem no ambiente construído e por consequência mais felizes.

Agora quando se tem a intenção de projetar uma edificação, mas uma edificação voltada para uma camada da população que tem muitas carências básicas, tais como: alimentação, vestuário, higiene, escolaridade, planejamento familiar, etc.; sem contar carências de “fatores do entorno”, tais como: infra-estrutura básica de água, esgoto e energia elétrica; realmente a elaboração projetual dessa edificação passa a ser um trabalho desafiador.

Além disso, buscar ainda soluções que contemplem qualidade e eficiência para essa moradia popular vem tornar esse trabalho ainda mais árduo e instigante, especialmente diante de um quadro brasileiro de considerável déficit habitacional, girando ao redor de 5,4 milhões de unidades residenciais (IBGE, 2012).

As pesquisas nessa área da habitação de interesse social no Brasil vem aumentando consideravelmente nos últimos anos (Krüger & Lamberts, 2000), incluindo trabalhos que vão

desde a avaliação dos programas de habitação de baixo custo, como as técnicas construtivas e os padrões de qualidade (Qualharini, 1993), os fatores sociais e culturais de se construir para uma população pobre (Santos, 1995; Krüger, 1997), como também fatores relacionados à melhoria das condições de conforto térmico no ambiente construído (Mascaró e Mascaró, 1992; Barbosa, 1997).

Deve-se ter consciência, entretanto, que ao se construir edificações, as mesmas afetam fortemente o ambiente através das mudanças climáticas, sendo responsáveis por 50% das emissões de gases-estufa, enquanto a indústria e o transporte contribuem com 25% cada. Assim, as construções são responsáveis por produzir mais da metade de todas as emissões das mudanças climáticas, ameaçando o futuro de nosso planeta (Roaf et al., 2009).

Pensando, portanto, nesse impacto que as edificações causam no meio ambiente, que o grupo GEPETECS estabeleceu relações entre a casa popular construída e os conceitos de sustentabilidade baseados em Sachs (1993). Esse pesquisador entende que o desenvolvimento sustentável de nossa sociedade deva atender a cinco dimensões, de modo a orientar o seu planejamento:

- a) Sustentabilidade social, onde o objetivo é melhorar substancialmente os direitos e as condições de amplas massas de população, reduzindo a distância entre os padrões de vida de abastados e não-abastados;
- b) Sustentabilidade econômica, possibilitada pela alocação e gestão mais eficiente dos recursos e por um fluxo regular do investimento público e privado;
- c) Sustentabilidade ecológica, através da intensificação do uso dos recursos potenciais dos vários ecossistemas, limitação do uso de recursos não renováveis, redução do volume de resíduos e de poluição, etc.;
- d) Sustentabilidade espacial, voltada a uma configuração rural-urbana mais equilibrada e a uma melhor distribuição territorial de assentamentos humanos e atividades econômicas;
- e) Sustentabilidade cultural, através da tradução do conceito normativo de eco-desenvolvimento em uma pluralidade de soluções particulares, que respeitem as especificidades de cada ecossistema, de cada cultura e de cada local.

A concepção do protótipo permeia, portanto, todos esses conceitos de sustentabilidade, agora voltado ao projeto de uma habitação, que insere mais do que uma arquitetura simplesmente, mas o lar de uma família com todas as relações e dimensões que implica num “morar” numa casa, especialmente o entorno com o meio ambiente. Esse “morar” envolve uma complexidade de questões, tais como: a produção e o tratamento dos resíduos gerados por cada unidade e pelo conjunto das mesmas, as alternativas para obtenção de água e geração de energia, o modo de deslocamento das pessoas de modo a diminuir o tempo gasto em transporte, etc.. Como afirma Sattler (2002, p.20) “admite-se, então, que a função de uma habitação sustentável extrapola o papel de um simples abrigo, incorporando a este todo, o processo de promoção da saúde, educação, lazer, proteção, convívio social e relacionamento com o ambiente natural”.

Dentro dessa perspectiva, os grupos de pesquisa em todo o mundo estão desempenhando papel vital na preservação do nosso planeta para gerações futuras. Portanto, esse trabalho enfatiza a preocupação da comunidade científica com relação ao ambiente e também com a construção de “casas populares eficientes”, buscando associar tecnologia com natureza, visando o bem estar de todos.

### 3 O PROTÓTIPO DA 'CASA POPULAR EFICIENTE'

#### 3.1 Concepção Arquitetônica

A metodologia utilizada para viabilizar a construção do protótipo, passou necessariamente dentro da pesquisa por uma abordagem quali-quantitativa de todos os materiais alternativos e de soluções sustentáveis possíveis de serem utilizados na moradia, considerando o microclima da região central do estado do Rio Grande do Sul. Várias tecnologias construtivas e de materiais foram estudadas nos anos iniciais da pesquisa, buscando as vantagens e desvantagens de cada material ou solução, em aspectos tais como: procedência, durabilidade, custo, disponibilidade no mercado, facilidade de construção, etc...

A edificação possui uma área construída de 55,40 m<sup>2</sup>, sendo constituída por dois dormitórios, um banheiro, uma sala de estar, uma cozinha e uma área de serviço, integradas. Na figura 1 pode ser observada a Planta Baixa da casa e os Cortes AA e BB.

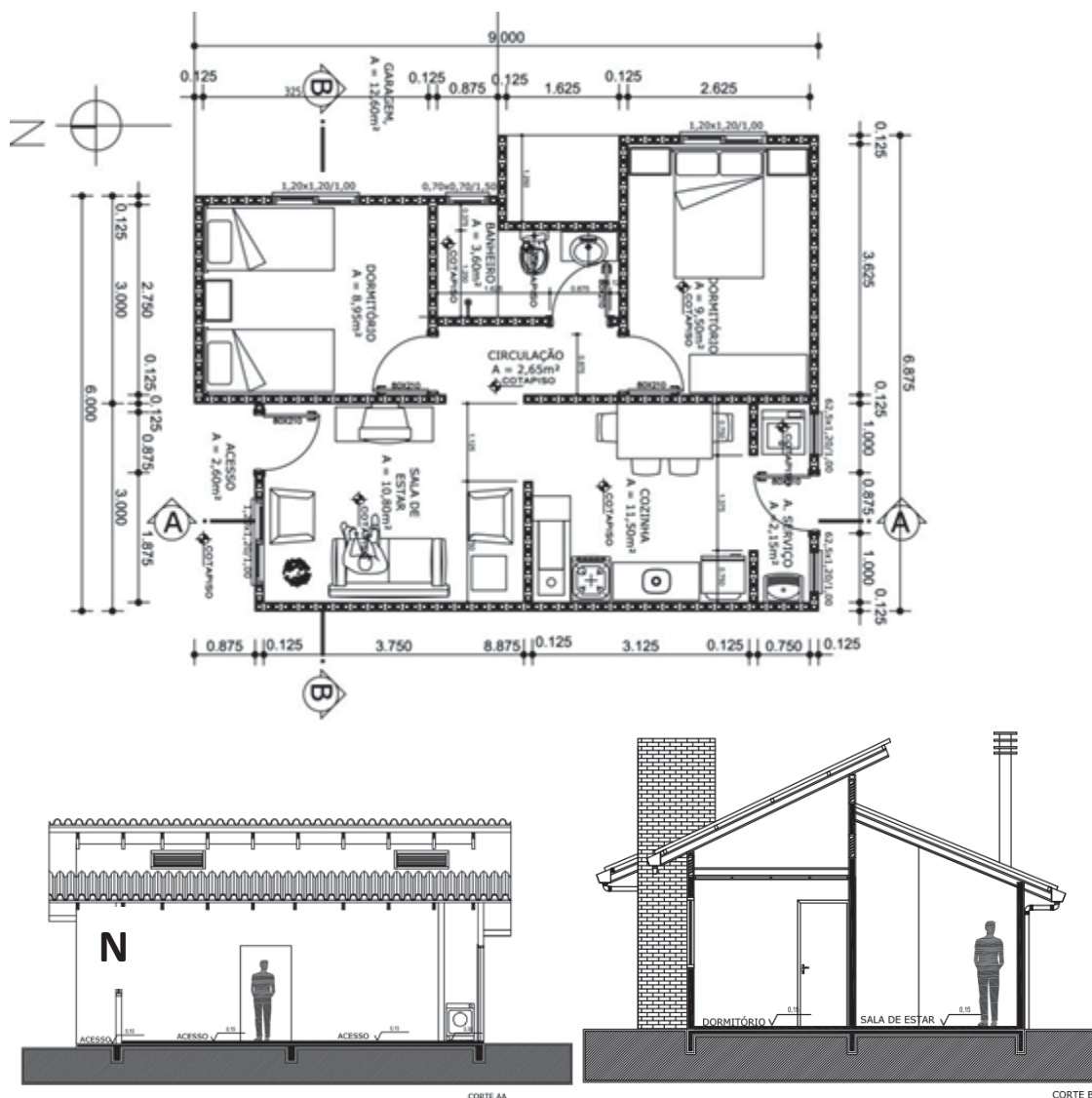


Figura 1. Planta Baixa do protótipo, Corte AA e Corte BB.

#### 3.2 Materiais Utilizados

Entre os materiais estudados, encontram-se aqueles que melhor se adequam a região sul do Brasil no tocante ao seu comportamento mecânico e desempenho em serviço, como também aqueles com melhor custo/benefício (viabilidade econômico-financeira) em função da sua

proximidade do local de construção e que tenham ou venham a ter uma produção (fabricação) em larga escala, possibilitando a sua utilização para uma quantidade razoável de casas em um loteamento. Alguns materiais que estão sendo utilizados no protótipo são os seguintes:

a) Tijolos de solo cimento (Fig. 2a): o solo cimento é um material alternativo de baixo custo, obtido pela mistura homogênea de solo, água e um pouco de cimento (5 a 12%). Os solos adequados são os chamados solos arenosos, ou seja, aqueles que apresentam uma quantidade de areia na faixa de 60% a 80% da massa total da amostra considerada. A massa compactada endurece com o tempo, em poucos dias ganha resistência e durabilidade suficientes para diversas aplicações na construção civil, bem como em fundações, baldrames, sapatas corridas, paredes maciças apoiadas diretamente sobre o solo, alvenaria com tijolos e blocos, em pisos e contra-pisos, pavimentação, enfim, uma diversidade de opções. A utilização de tijolos de solo cimentos vazados permitem também a passagem de tubulação hidráulica e da rede elétrica, evitando assim quebra de paredes justificando a racionalidade do projeto. A aplicação do chapisco, emboço e reboco são dispensáveis, necessitando apenas de uma simples pintura com tintas ecológicas, aumentando mais a sua impermeabilidade, assim como o aspecto visual, conforto e higiene. E além de tudo, abrange os quesitos ecológicos, pois o material não passa pelo processo de queima, no qual se consomem grandes quantidades de madeira ou de óleo combustível, como é o caso dos tijolos produzidos em cerâmicas e olarias (Vagheti et al., 2013).

b) Telhas onduladas Tetra-Pak (Fig. 2b): são telhas produzidas a partir da reciclagem do polietileno/alumínio presentes nas embalagens longa-vida da Tetrapak, possibilitando melhor aproveitamento desses materiais e evitando sua disposição em lixões e aterros sanitários. A composição das telhas é uma mistura dos materiais encontrados nesse tipo de embalagem: 75% de plástico, 23% de alumínio e 2% de fibras vegetais, prensados em alta temperatura e sem o uso de resinas (Vagheti et al., 2013).

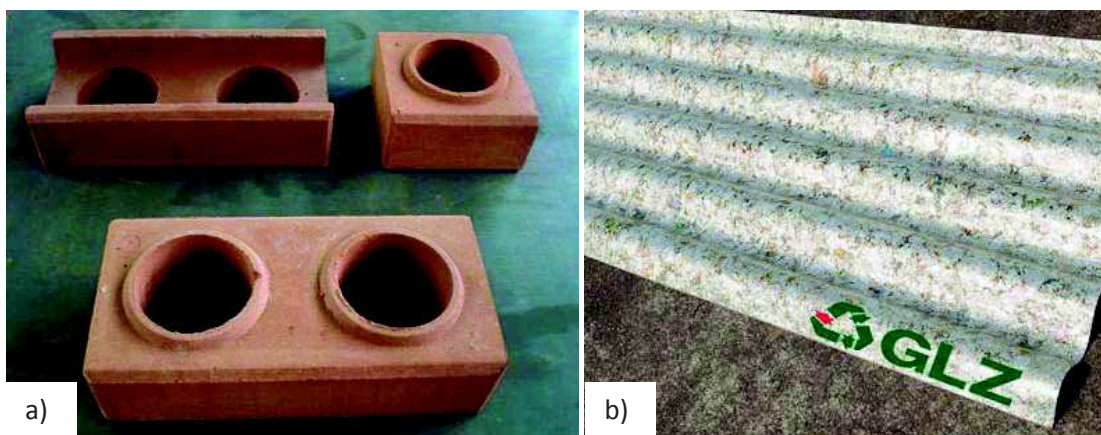


Figura 2: a) Tijolos de solo-cimento; b) Telhas Tetra-Pak.

c) Forro de OSB (Fig. 3a): entre as possibilidades estudadas para a estrutura do forro, verificou-se que o melhor sistema será aquele constituído de painéis OSB (Oriented Strand Board), visando o impacto ambiental reduzido devido a não utilização de árvores adultas na sua fabricação bem como de utilizar matéria-prima proveniente de florestas geridas de forma sustentável. O aglomerado de partículas de madeiras longas e orientadas (OSB) vem sendo o desenvolvimento mais importante da indústria dos derivados de madeira nos últimos anos (Vagheti et al., 2013).

d) Impermeabilizantes ecológicos e tintas de terra (Fig. 3b): pretende-se deixar a alvenaria em tijolos à vista, e, para isso, as paredes irão necessitar de impermeabilizantes e tintas ecológicas. As tintas de terra são feitas em 15 tonalidades, um resultado da mistura de terras com diferentes cores, sendo seu principal componente a terra crua. O impermeabilizante

ecológico é um produto desenvolvido com alta resistência, o seu filme forma uma película brilhante e lisa, evitando a formação de limo, a penetração de umidade e o acúmulo de sujeira (Vagheti et al., 2013).

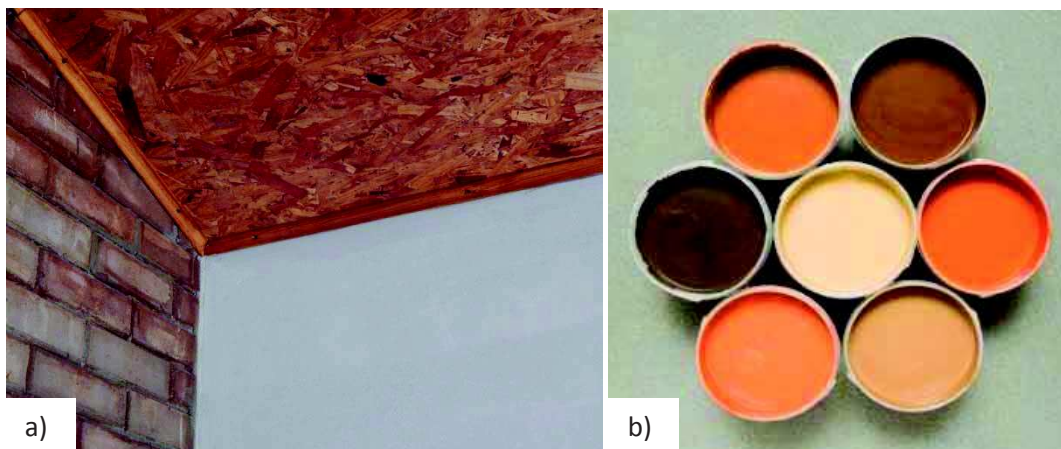


Figura 3: a) Forro de OSB ; b) Tintas de Terra Crua.

e) Piso de PVC (Fig. 4a): produzido com 70% de pvc reciclado, simples de limpar e manter, confortável e durável (Vagheti et al., 2013).

f) Esquadrias de Madeira (Fig. 4b): feitas com *Eucalyptus grandis*, espécie que cresce em 15 anos, em vez dos 50-70 típico de espécies semelhantes. Seu plantio é feito de forma a conservar a biodiversidade nativa (Vagheti et al., 2013).



Figura 4: a) Piso de PVC reciclado; b) Esquadrias de Madeira.

### 3.3 Soluções Sustentáveis previstas

Entre as soluções sustentáveis estudadas, as principais que serão aplicadas no protótipo são as seguintes:

a) Aproveitamento da água da chuva (Fig. 5a) e águas cinzas (Fig. 5b): será construído um conjunto de dispositivos, constituído de reservatórios, encanamento, filtros e calhas para que seja possível fazer a reserva da água da chuva para aproveitamento especialmente no vaso sanitário, na irrigação dos jardins e na lavagem de calçadas e demais utilizações externas, bem como um sistema de aproveitamento das águas cinzas da pia e chuveiro do banheiro, além da máquina de lavar roupas da lavanderia (Vagheti et al., 2013).

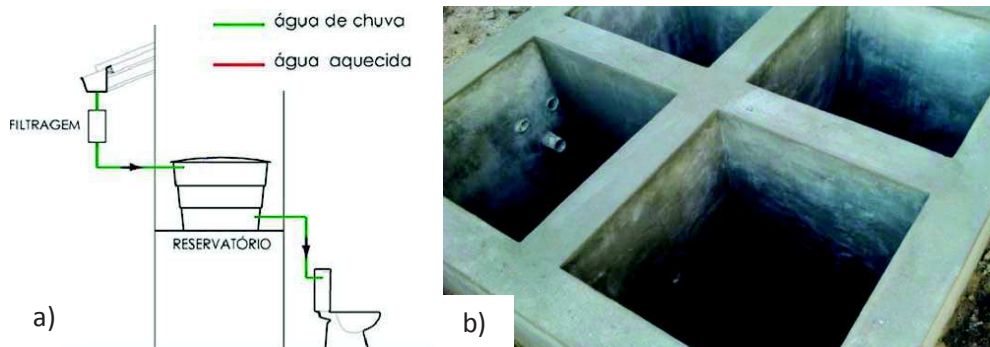


Figura 5: a) Aproveitamento da água da chuva; b) Aproveitamento das águas cinzas.

b) Aproveitamento da Energia Solar: para o aquecimento solar da água (Fig. 6a), será construído um sistema, a partir da instalação de um aquecedor solar de baixo custo, composto principalmente por placas de forro modular de PVC, denominadas de alveolares, que permita o aproveitamento de água quente para o banho, reduzindo sensivelmente o consumo de energia elétrica da casa. Para a geração de energia elétrica da casa será utilizado um sistema por meio de painéis fotovoltaicos (Fig. 6b), produzindo assim uma energia limpa e gratuita. (Vaghetti et al., 2013).

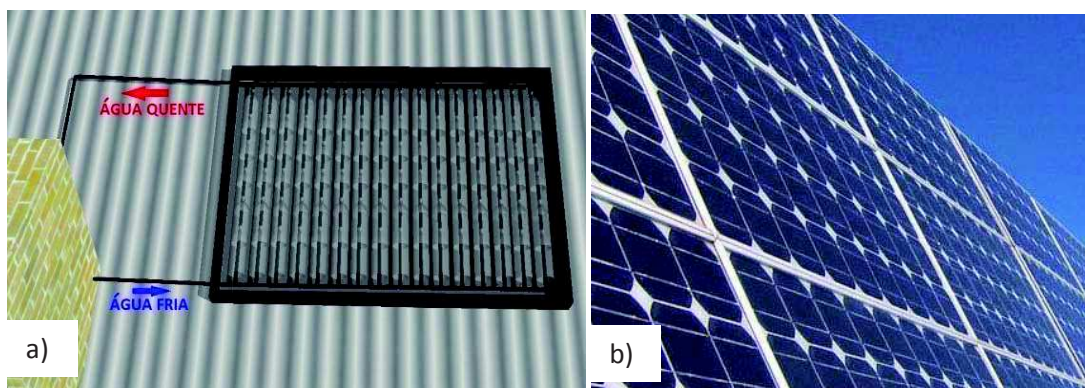


Figura 6: a) Aquecimento solar da água; b) Aproveitamento solar para geração da energia elétrica.

c) Aproveitamento do vento (Fig. 7a): uma forma considerada pelo grupo foi a utilização do vento para a geração de energia, mas esse processo para uma casa popular ficaria inviável do ponto de vista financeiro. O maior aproveitamento do vento no protótipo é uma boa disposição de entradas e saídas de ar, ou seja, uma boa ventilação interna da casa, que no verão possa aliviar o calor e no inverno possa ventilar e manter internamente a temperatura amena (Vaghetti et al., 2013).

d) Vegetação (Fig. 7b): uso da vegetação para criar um melhor micro-clima através de vegetação caducifólia (plantas que perdem suas folhas, geralmente nos meses mais frios e sem chuva). Essa solução sustentável quando bem planejada, é um recurso que a natureza dispõe para oferecer um importante equilíbrio térmico entre as paredes externas e telhado da casa com o interior da mesma. Sendo assim, o grupo pensou em vegetação trepadeira (como, por exemplo, falsa-vinha, unha de gato, etc.) nas paredes norte e oeste da casa (Vaghetti et al., 2013).

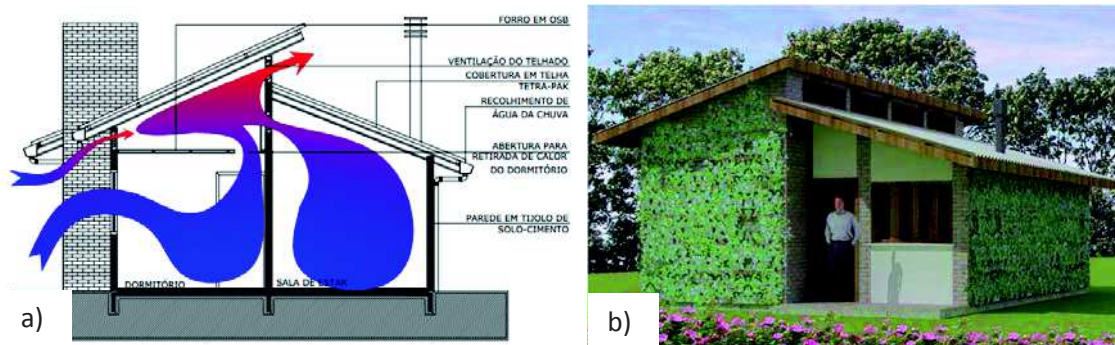


Figura 7: a) Aproveitamento da ventilação cruzada; b) Aproveitamento da vegetação nas paredes norte e oeste.

### 3.4 Processo Construtivo do Protótipo

O protótipo da Casa Popular Eficiente teve início em fevereiro de 2012, com a execução das estacas e vigas de fundação em concreto armado (Fig. 8a). O processo construtivo das paredes foi feito com tecnologia de alvenaria estrutural com tijolos de solo cimento (Fig. 8b). A Figura 8a mostra uma vista interna com a disposição das tubulações hidráulica e elétrica vertical nos furos dos tijolos vazados. Na Figura 9b pode-se observar a localização das aberturas para ventilação cruzada e o espaço entre o forro e o telhado, localizado nos quartos da frente e dos fundos da residência.

A Figura 9a mostra uma vista externa da casa com as esquadrias de madeira colocadas e também a coluna hidráulica com os reservatórios d'água. A Figura 10b mostra uma vista frontal do protótipo concluído.

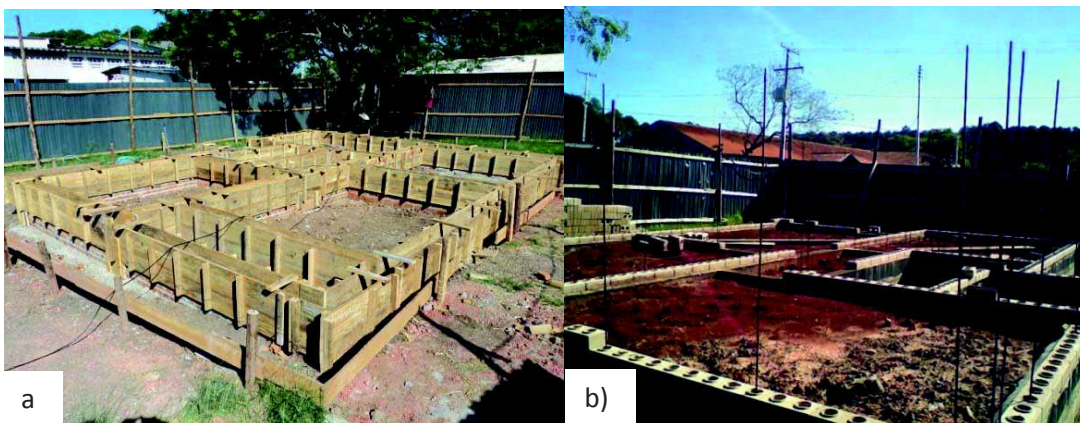


Figura 8: a) Vigas de fundação; b) Primeira fiada de alvenaria de solo cimento.

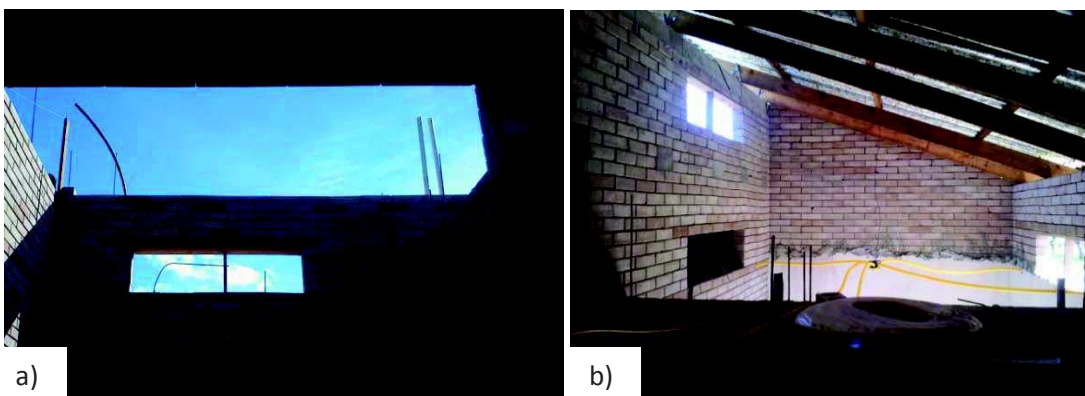


Figura 9: a) Tubulações hidráulica e elétrica no interior das paredes; b) Aberturas para ventilação cruzada.



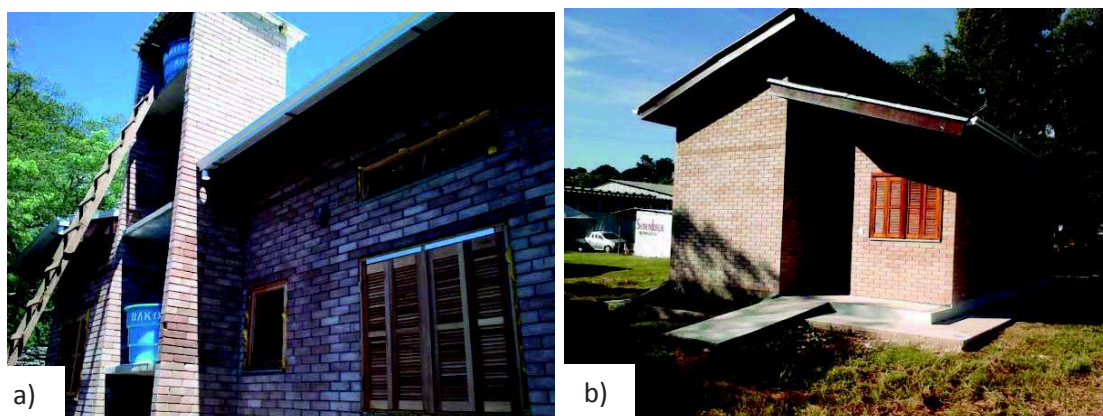


Figura 10: a) Esquadrias e reservatórios de água; b) Casa Popular Eficiente concluída.

#### 4 AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Dentro das metas da pesquisa, está a avaliação do comportamento físico e mecânico dos materiais utilizados no protótipo, através de ensaios nos laboratórios do Centro de Tecnologia, bem como uma análise de desempenho ao longo do tempo das soluções sustentáveis, como a eficiência térmica e energética do aquecedor solar da água para o banho, o aproveitamento das águas da chuva para o vaso sanitário e outros fins, a vegetação e a ventilação cruzada como forma de conforto térmico da residência e o tratamento e aproveitamento das águas cinzas do banheiro e da máquina de lavar roupas.

Nos primeiros resultados da avaliação acústica na “casa popular eficiente”, identificou-se que alguns parâmetros como a diferença de nível padronizada ponderada não atinge o valor mínimo estabelecido por normas, quanto ao isolamento de divisórias internas. No entanto, essa classificação, além de ser sutilmente subjetiva, deve ser utilizada entre unidades habitacionais autônomas. No caso em questão, a avaliação pós-ocupacional será muito importante para qualificação de satisfação ou não do usuário.

Com base nas primeiras análises de desempenho térmico pelo método simplificado observou-se que a edificação atende às especificações regidas pela NBR 15575, tanto com relação à transmitância térmica quanto com relação à capacidade térmica e às aberturas de ventilação. Avaliando o desempenho térmico da construção pelo método de medição, observou-se que a residência obteve um nível intermediário de desempenho térmico, nível também obtido por todos os ambientes analisados.

Após as avaliações iniciais de desempenho da materialidade e das soluções sustentáveis do protótipo, pretende-se fazer ao longo dos primeiros anos de utilização da moradia, uma Avaliação Pós Ocupação (APO), incluindo além dos ensaios mencionados, análises de conforto dos usuários da residência. A pesquisa visa também a transferência para a comunidade de Santa Maria e região, da tecnologia construtiva com tijolos de solo cimento.

#### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa de iniciação científica que está sendo desenvolvida pelo grupo GEPETECS e relatada nesse artigo mostrou ser possível envolver e atrair pessoas e diversos segmentos da construção para um tema científico de grande importância social e ambiental.

Sabidamente a humanidade precisa urgentemente focar seus olhares para as mudanças climáticas que estão ocorrendo ano a ano no planeta Terra e certamente que as edificações desempenham papel importantíssimo nesse contexto, devido ao alto grau de emissões de gases-estufa que são gerados quando do processo de construção, desde seu início na obtenção de matéria prima e fabricação dos materiais, passando pelo transporte do mesmo, até o

acabamento final dessa edificação. Somente dessa forma e através da conscientização das pessoas envolvidas nesse processo será possível proporcionar as futuras gerações melhores condições de vida.

Assim, a pesquisa contribui eficazmente para despertar nos profissionais engenheiros e arquitetos a necessidade de olhar diferente para o ato de criar e inovar, pensando agora na “arquitetura e engenharia sustentáveis”, o que ela proporciona para as gerações futuras e a qualidade de vida no Planeta Terra.

Ao mesmo tempo, a pesquisa configura-se numa iniciativa importante do ponto de vista de perspectivas para construções de casas populares que realmente levem em consideração aspectos relacionados à sustentabilidade e a preservação do ambiente.

Sendo assim, pretende-se, a partir do estudo de desempenho satisfatório do protótipo, construir uma Vila Ecológica em uma área de interesse social no município de Santa Maria, contando com a parceria entre a Prefeitura Municipal e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, M.J. *Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais*. Florianópolis: UFSC, 1997.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo demográfico 2005*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: março de 2014.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estudos e Tratamento da variável rendimento no censo demográfico 2010*. Nota Técnica, 2012.

Krüger, E.L. *Analyse von Bausystemen im sozialen Wohnungsbau Brasiliens*. Hannover: Technische Universität Hannover, 1997.

Krüger, E.L. & Lamberts, R. Avaliação do desempenho térmico de casas populares. In: Anais do VIII Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído: Modernidade e Sustentabilidade. *Proceedings*. UFBA. Salvador, 2000. p.1-10.

Mascaró, J.L. & Mascaró, L. *Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios*. Porto Alegre: Luzzato, 1992.

Qualharini, E.L. Gestão estratégica na avaliação de projetos de construção civil. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: Qualidade e Tecnologia na Habitação. V1. Rio de Janeiro, novembro, 1993. *Proceedings*. Rio de Janeiro, Novembro, 1993.

Roaf, Sue; Crichton, David; Nicol, Fergus. *A adaptação de Edificações e Cidades às mudanças climáticas*. Tradução Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2009.

Sachs, Ignacy. *Estratégias de Transição para o Século XXI. Desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo: Studio Nobel, 1993.

Santos, M.C. *Anforderungs – und Leistungskriterien für Bausysteme in Brasilien*. Hannover: Technische Universität Hannover, 1995.

Sattler, M.A. *Projeto CETHS Centro Experimental de Tecnologias Habitacional Sustentáveis: relatório final de pesquisa*. Porto Alegre: NORIE/UFRGS, 2002. Disponível em: < <http://www.habitare.org.br/pdf/relatorios/58.pdf>>

Vagheti, M.A.O. et al. *Casa Popular Eficiente: um benefício ambiental aliado a um custo mínimo*. Santa Maria: UFSM, 2013. Projeto de Pesquisa (Protocolo GAP/CT nº 28582).