

## AQUECEDOR SOLAR PRODUZIDO COM RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS

### SOLAR HEATER PRODUCTED WITH RECYCLABLE SOLID RESIDUES

---

Rebecca Lorenzi Müller<sup>1</sup>

Alessandra M. do Amaral Brito<sup>2</sup>

#### RESUMO

O Projeto de Extensão Mãos à Obra, da Universidade Feevale, atua em comunidades carentes no município de Novo Hamburgo/RS. Iniciado pelo curso de Arquitetura e Urbanismo, envolve também os cursos de Gestão Ambiental, Tecnologia em Construção de Edifícios e tem parceria com Engenharia Eletrônica, capacitando pessoas e/ou qualificando ambientes, visando à melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente. Em 2011, o Projeto iniciou estudos de um aquecedor solar produzido com resíduos sólidos recicláveis, como garrafas PET e embalagens longa vida. Este pode ser instalado na cobertura das residências e tem a função de captar a radiação solar e aquecer a água para uso no interior da residência, reduzindo, assim, o consumo de energia. Para a construção do aquecedor, foi organizada uma oficina que contemplou a parte teórica, bem como a prática, isto é, a construção e a instalação do equipamento no canteiro de obras do curso de Arquitetura e Urbanismo. O protótipo foi construído tendo como referência o aquecedor solar desenvolvido pelo senhor José Alcino Alano. O projeto Mãos à Obra pretende fazer testes de modo a medir a eficiência desse aquecedor em Novo Hamburgo, para, somente após, capacitar e implementar essa solução em comunidades de baixa renda.

**Palavras-chave:** Energia solar. Comunidades carentes. Sustentabilidade.

**Abstract:** The Extension Project Hands at Work from Feevale University operates in poor communities in the city of Novo Hamburgo/RS. Started by the Architecture and Urbanism's course, it involves also the courses of Environmental Management, Technology in Buildings Construction and partnership with Electronic Engineering enabling people and/or qualifying spaces, aiming at the improvement of life quality and the environment. In 2011, the Project started studies about a solar heater produced with recyclable solid residues such as PET bottles and long life packages. It can be installed on the top of residences and has the function of capturing solar radiation and heating up the water to be used inside the residence. For the assembling of the heater a workshop was organized, which included the theoretical as well as practical part, that is, the construction and installation of equipment at the construction site of the Architecture and Urbanism course. The prototype was constructed having as reference the solar heater developed by Mr. José Alcino Alano. The project Hands at Work intends to develop tests in order to measure the efficiency of this heater in Novo Hamburgo, for only after, train and implement this solution in low-income communities.

**Keywords:** Solar energy. Poor communities. Sustainability.

---

<sup>1</sup> Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo e bolsista do Projeto de Extensão Mãos à Obra, Universidade Feevale, Câmpus II, ERS-239, 2755 | Novo Hamburgo, RS, Brasil. *E-mail:* rebecca@feevale.br.

<sup>2</sup> Arquiteta, mestre, professora do curso de Arquitetura e Urbanismo e líder do Projeto de Extensão Mãos à Obra, Universidade Feevale Câmpus II, ERS-239, 2755 | Novo Hamburgo, RS, Brasil. *E-mail:* abrito@feevale.br.

## **1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS**

O Projeto de Extensão Mãos à Obra atua desde o ano de 2004 e surgiu a partir da percepção de um déficit na qualificação de profissionais para a construção civil no município de Novo Hamburgo/RS. A partir de 2009, verificou-se que essa demanda passou a ser bem atendida no município através de ações promovidas pelo sindicato da construção civil. Assim, desde 2012, o projeto buscou um novo foco de atuação.

Atualmente o projeto tem como objetivo capacitar pessoas e/ou qualificar ambientes, construídos ou não construídos (praças, vias,...), visando à melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente. O público-alvo do projeto abrange comunidades carentes inseridas em áreas de interesse social do município de Novo Hamburgo. O projeto também busca abordar questões como: pesquisa e construção de protótipos e dispositivos que visam a melhorar as condições de vida de comunidades carentes em termos de eficiência energética e sustentabilidade; proposição de soluções alternativas e de baixo custo e transversalidade do conhecimento, envolvendo cursos de graduação, como Arquitetura e Urbanismo, Gestão Ambiental, Tecnologia em Construção de Edifícios e parceria com a Engenharia Eletrônica.

O presente artigo tem como objetivo apresentar estudos iniciais em relação à construção de um aquecedor solar produzido com resíduos sólidos recicláveis, com a utilização de garrafas PET e embalagens cartonadas longa vida. Esse protótipo é uma solução alternativa e de baixo custo aliada à sustentabilidade, que visa a melhorar a qualidade de vida de comunidades carentes, bem como reduzir o consumo de energia.

## **2 AQUEDECOR SOLAR PRODUZIDO COM RESÍDUOS SÓLIDOS RECICLÁVEIS**

### **2.1 A IDEIA INICIAL**

Este trabalho teve como base a pesquisa do senhor José Alcino Alano, morador da cidade catarinense de Tubarão. Ele passou a observar o impacto ambiental da quantidade de lixo despejada diariamente de forma indevida no meio ambiente e teve a ideia de aplicá-lo em um aquecedor solar alternativo, em sintonia com a adoção de sistemas ecologicamente corretos. Em consequência dos resultados obtidos, com um projeto extremamente simples e de baixo custo, percebeu que poderia dar um destino coletivo, implantando-o em residências de famílias com baixa renda e instituições com fins sociais.

O aquecedor solar lhe rendeu o Prêmio Super Ecologia 2004, oferecido pela revista Super Interessante, de circulação nacional. O projeto foi apoiado pelo Governo Estadual do Paraná, e o manual de montagem e utilização do aquecedor encontra-se disponível no *site* da SEMA (Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos) paranaense. Através de oficinas práticas, formou-se uma rede de divulgação em cerca de 400 municípios do estado do Paraná, para que um maior número de pessoas possa usufruir dos benefícios dessa tecnologia.

## 2.2 JUSTIFICATIVA PARA DESENVOLVER O AQUECEDOR SOLAR NO PROJETO MÃOS À OBRA

Em 2011, o Projeto Mãos à Obra selecionou, entre os resíduos recicláveis, as garrafas PET e as embalagens longa vida como objeto de estudo. Ambos foram escolhidos por serem resíduos largamente depositados na natureza.

As garrafas PET são materiais de fácil reciclagem, pois são compostas de um único material. A oitava edição do Censo da Reciclagem de PET no Brasil, realizado pela Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET), apontou que, em 2011, a reciclagem desse tipo de material aumentou 4,25%, no Brasil em relação ao ano anterior, mantendo o país entre os líderes mundiais do setor. Cerca de 294 mil toneladas de embalagens PET pós-consumo são destinadas à reciclagem, o que representa 57,1% do total de embalagens desse material que são descartadas pelo consumidor brasileiro. A atividade gera um faturamento anual de R\$ 1,2 bilhão para o setor da indústria do PET no país. Os principais destinos do PET reciclado no Brasil são: a indústria têxtil, que aparece em primeiro lugar no *ranking*, respondendo pelo uso de aproximadamente 40% de todo o material, seguida pelos setores de embalagens e de aplicações químicas, que recebem, cada um, 18% do total de PET reciclado no país (EXAME, 2012).

As embalagens cartonadas longa vida são compostas por seis camadas (quatro de polietileno, uma de papel e uma de alumínio), totalizando em: plástico polietileno (20%), papel (75%) e alumínio (5%), todas com importantes funções de proteção ao alimento que estará contido na embalagem (TETRA PAK, 2009). Elas se constituem em um problema ambiental quando não descartadas corretamente, pois podem levar anos para se decompor. Se descartadas no meio ambiente sem tratamento adequado, uma parte das embalagens longa vida se degrada em poucos meses, porém o restante pode levar cerca de 100 anos para se decompor devido ao alumínio nelas presente (PROJETO RECICLAR UFV, 2012). Embora as embalagens longa vida sejam produzidas com materiais 100% recicláveis, constituem-se em

um resíduo que, para ser reciclado, necessita de tratamento prévio, e seu processo de reciclagem é mais complexo, diferentemente de outros tipos de resíduos sólidos, que podem ser diretamente reciclados, tais como papel, plástico, metal e vidro.

Em 2011, apenas a empresa Tetra Pak, a maior desse ramo, produziu 12 bilhões de embalagens longa vida no Brasil (TETRA PAK, 2012). A taxa de reciclagem dessa embalagem ainda é pequena, em torno de 25% em 2010 (RIBEIRO *et al.*, 2012). Conseqüentemente, o restante das embalagens tem como destino os lixões. É previsto um aumento constante da reciclagem dessas embalagens no país devido à expansão das iniciativas de coleta seletiva com organização de municípios, cooperativas e comunidade e ao desenvolvimento de novos processos tecnológicos (CEMPRE, 2012). A reciclagem, entretanto, implica a utilização de energia para a transformação, que resulta em um produto com valor energético agregado.

O sol é uma fonte de energia renovável. A energia solar é a energia mais abundante no planeta, alcança a atmosfera terrestre através de diferentes formas e determina o clima na Terra. Os coletores de água para uso doméstico já existem em torno de mais de um século. Em países quentes, como a Grécia ou Israel, representam uma fonte de energia considerável, porém utilizam-se também em países mais frios, como a Áustria (SOL POWER, 2002).

O Brasil é privilegiado tratando-se de energia solar, pois a irradiação é extremamente alta. A pior irradiação do país é em Santa Catarina e, mesmo assim, é 30% maior que a média da Alemanha. Assim, tem-se grande potencial para o uso da energia solar, possibilitando um grande crescimento do setor de aquecimento (ANEEL, 2003).

No Brasil, apesar do crescimento nos últimos anos, a utilização de aquecimento solar ainda é pequena em comparação com a capacidade do país na produção de energia solar. Um dos fatores que contribui para a pouca utilização é o custo de instalação do sistema, que é alto para grande parte da população brasileira.

Assim, verificamos, no trabalho do senhor José Alcino Alano, um grande potencial para atuação no projeto por ser uma alternativa de baixo custo. Como o aquecedor solar se provou eficiente em outros locais do país, como nos estados de Santa Catarina e Paraná, decidiu-se verificar a eficiência do aquecedor nessa região do país antes da sua aplicação direta nas comunidades de baixa renda.

Uma vez provada a sua eficiência, o aquecedor poderá ser aplicado da maneira mais adequada para benefício das comunidades carentes onde o projeto atua, estimulando uma consciência de reciclagem e descarte apropriado dos resíduos, permitindo que as famílias

possuam uma melhora de sua qualidade de vida e economia de energia ao utilizar uma energia renovável (energia solar) de forma acessível.

### 2.3 FUNCIONAMENTO DO AQUECEDOR SOLAR

O aquecedor solar produzido com resíduos sólidos recicláveis funciona por termossifão, que consiste geralmente em um conjunto de coletores ligados a um depósito bem isolado e posicionado em um nível mais alto do que os coletores. Não são necessárias bombas circuladoras, pois a circulação de água faz-se por convecção natural, induzida pela diferença de densidade entre a água quente e a fria. A água no coletor fica menos densa ao ser aquecida, deslocando-se para a parte superior do circuito. A água mais fria (mais densa) segue para a parte mais baixa do circuito (parte inferior do coletor). Uma vez no coletor, o ciclo começa novamente e a circulação continua, desde que haja radiação solar. O fluxo de circulação aumenta com o aumento da intensidade de radiação solar, e a água a utilizar é retirada da parte superior do reservatório de água (ÁGUA QUENTE SOLAR, 2013).

O sistema de termossifão é o que melhor se adapta a sistemas simples como esse projeto, desde que seja possível instalar o coletor solar com o barramento superior do coletor ligado ao retorno de água quente, sempre abaixo do nível inferior (fundo) da caixa ou do reservatório, conforme indicado em figura abaixo. Essa diferença de altura é necessária para garantir a circulação da água no coletor, pela diferença de densidade entre a água quente e a fria (ALANO, 2009).

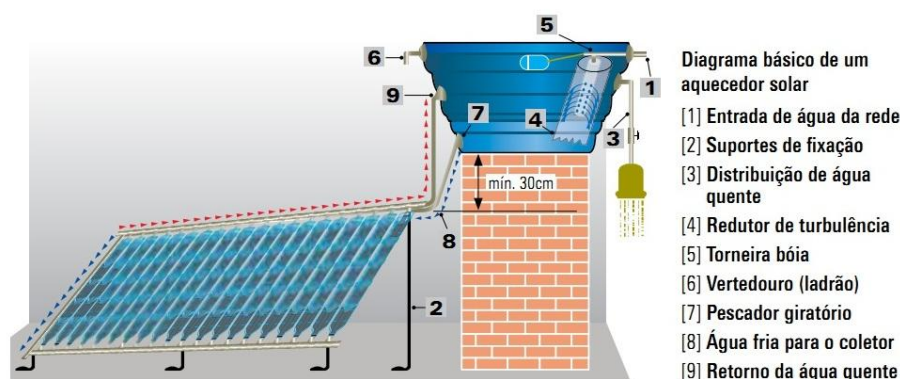


Figura 1 - demonstração do funcionamento do aquecedor solar.

Fonte: ALANO, J. A. (adaptada), 2008

## 2.4 CONSTRUÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR

Como o aquecedor busca beneficiar principalmente uma parcela mais carente da população, o protótipo é desenvolvido com materiais de baixo custo. Além dos resíduos sólidos recicláveis, utilizaram-se colunas de absorção térmica, tubos e conexões de PVC, menos eficientes que os tubos de cobre e alumínio utilizados nos coletores convencionais. O calor absorvido pelas embalagens cartonadas longa vida pintadas em tinta preta fosca é retido no interior das garrafas e transferido para as colunas de PVC, também pintadas em preto. No entanto, deve-se ressaltar que, por mais que o sistema seja simples, existem detalhes indispensáveis para o bom funcionamento do aquecedor, além da limpeza adequada dos resíduos sólidos recicláveis nele utilizados (ALANO, 2009).

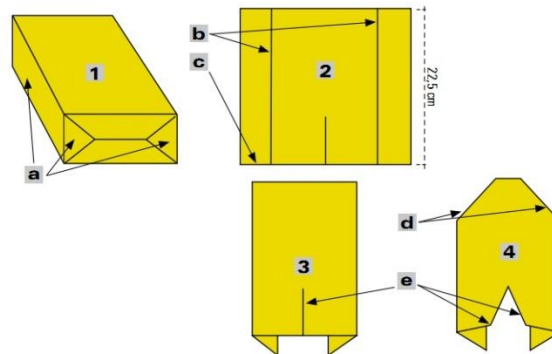
Segundo Alano (2009), para a construção de um aquecedor, são necessários os seguintes materiais (quantidade por pessoa – as quantidades devem ser multiplicadas pela quantidade de pessoas que habitam na residência): 60 garrafas PET de dois litros, 50 embalagens cartonadas longa vida de um litro pós-consumo, 11 metros de cano de PVC de 20 mm ½ ", 20 conexões T em PVC ½ ". São necessárias ainda outras ferramentas para corte (estilete e serrinhas), montagem e colagem das partes que compõem o aquecedor. A seguir, será apresentado o passo a passo ilustrado da construção do aquecedor solar.

**1 – Preparação das garrafas PET:** devem ser de dois litros, transparentes (cristal), lisas ou cinturadas. As garrafas devem ser cortadas em tamanhos iguais através de um gabarito, que pode ser feito com um cano de PVC cortado do tamanho indicado: 29cm para garrafas de Pepsi ou 31cm para garrafas de Coca-Cola.



Figura 1 - Etapa de corte das garrafas PET usando gabarito de cano de PVC  
Fonte: autores, 2011

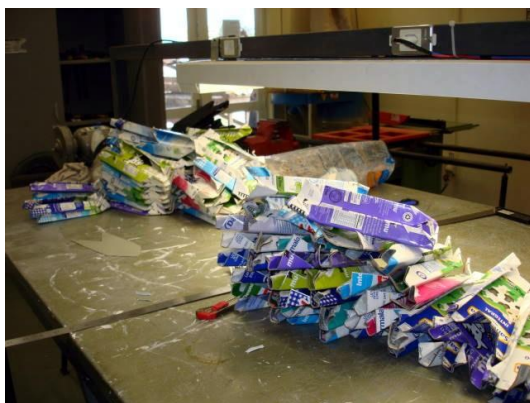
**2 – Preparação das embalagens cartonadas longa vida:** devem ser abertas, lavadas com esponja e detergente e colocadas de pé para secar. Depois, cortadas em tamanho-padrão e dobradas no formato que encaixará dentro das garrafas PET. As embalagens devem ser pintadas com tinta preta fosca para maior absorção do calor. A Figura 2 mostra como a caixa deve ser cortada.



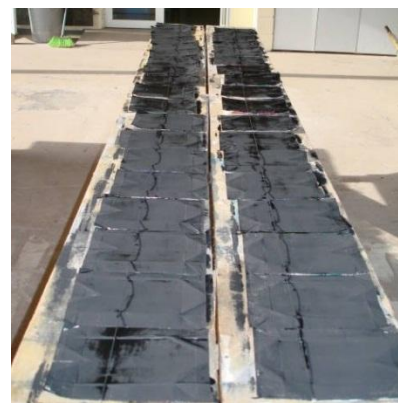
*(1) Com a caixa de leite montada, descolar as orelhas (a) dos quatro cantos. (2) Em seguida, pressione a caixa para que ela amasse e fique planificada. Corte com 22,5cm (c) de comprimento e dobre as laterais, nos vicos (b) existentes na caixa. (3) A caixa com as laterais dobradas. (4) Dobre as pontas (d) em diagonal para ajustá-las ao desenho da garrafa e também as duas pontas da parte inferior (e) no corte de 7cm, para o encaixe da próxima garrafa.*

**Figura 2 - Diagrama demonstrando o procedimento com as embalagens cartonadas longa vida.**  
**Fonte: ALANO, J. A. (adaptada), 2008**

As Fotos 2 e 3 mostram as caixas já dobradas e pintadas com tinta preta fosca. As caixas devem estar bem secas antes de serem colocadas dentro das garrafas PET.



**Figura 2 - Embalagens longa vida após dobragem**  
**Fonte: autores, 2011**



**Figura 3 - Pintura das embalagens longa vida**  
**Fonte: autores, 2011**

**3 – Preparação dos tubos das colunas do aquecedor:** devem ser cortados de acordo com o tamanho das garrafas disponíveis e suas extremidades (onde acontecerão os encaixes)

devem ser isoladas com fita crepe. Após o corte, devem ser pintados com tinta preta fosca para maior absorção do calor.

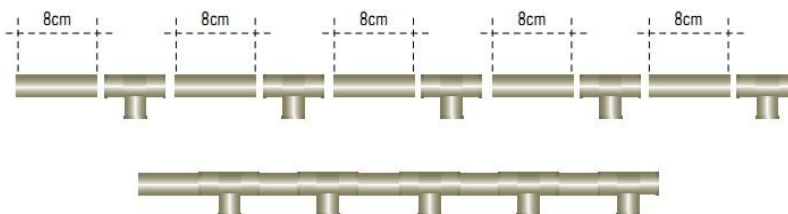


**Figura 4 - Corte dos tubos das colunas**  
Fonte: autores, 2011



**Figura 5 - Tubos pintados com tinta preta fosca**  
Fonte: autores, 2011

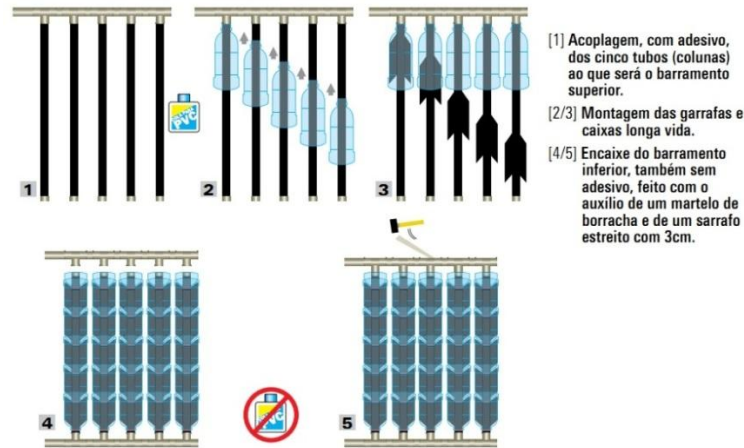
**4 - Montagem dos barramentos:** o barramento inferior do coletor, os tubos e as conexões devem ser apenas encaixados para facilitação da manutenção. O barramento superior deve ser colado. Cada barramento do coletor é composto por cinco conexões “T” e respectivos distanciadores de 8 cm.



**Figura 3 - Composição dos barramentos do coletor**  
Fonte: ALANO, J. A. (adaptada), 2008

**5- Montagem das colunas:** cada coluna possui cinco garrafas PET inteiras encaixadas e uma sexta garrafa que é cortada de acordo com o tamanho necessário para que os tubos do coletor tenham um tamanho uniforme. A utilização dessa quantidade de garrafas em cada tubo facilita a instalação do aquecedor em relação à altura da caixa d'água. As embalagens longa vida dobradas e pintadas de preto são encaixadas dentro das garrafas PET, que, por sua vez, são encaixadas nos tubos de PVC também pintados de preto. Então, pode ser feito o encaixe do barramento inferior sem cola. A primeira garrafa de cada coluna deve ser vedada com tiras de borracha ou fita autofusão para evitar a fuga do calor gerado no interior da coluna e

impedir que o vento gire as garrafas e tire as embalagens longa vida da posição voltada para o sol, o que reduziria o rendimento térmico do coletor.

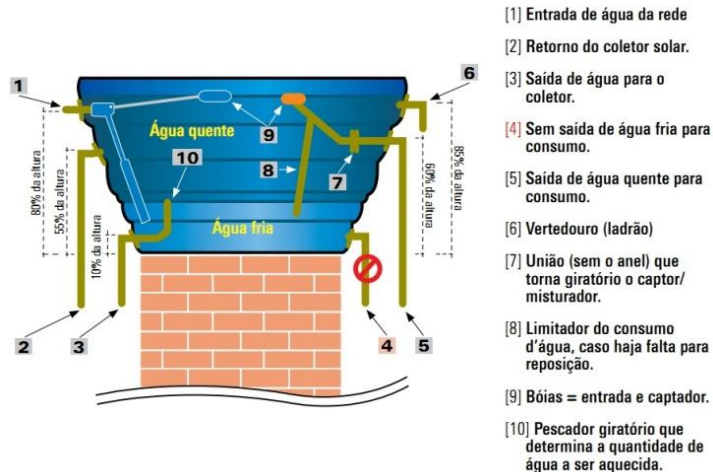


**Figura 4 - Montagem dos barramentos com encaixe das garrafas PET e embalagens cartonadas longa vida**  
Fonte: ALANO, J. A. (adaptada), 2008



**Figura 6 - Montagem das colunas do aquecedor**  
Fonte: autores, 2011

**6 – Preparação da caixa d'água para reservatório da água quente:** devem ser feitas perfurações para os flanges onde serão instaladas: a entrada da torneira boia e o retorno de água quente dos coletores solares, as saídas de água quente para o consumo, de água fria a ser aquecida pelos coletores solares e para o vertedouro (ladrão).



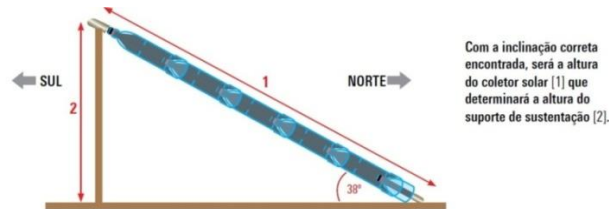
**Figura 5 - Relação entre a posição da caixa d'água e a posição dos furos para os flanges**  
Fonte: ALANO, J. A. (adaptada), 2008

Sendo a responsável por armazenar a água quente, a caixa d'água deve ficar bem protegida debaixo do telhado, caso contrário, é fundamental fazer um bom isolamento térmico. Para o isolamento térmico, recomenda-se o uso de materiais disponíveis na região, como o isopor de embalagens de supermercado ou eletroeletrônicos, sacolas plásticas, papéis, entre outros, no meio urbano; ou no meio rural, materiais como: serragem, cascas de trigo, cascas de arroz, grama seca, etc. Com a caixa ao ar livre, o isolamento térmico deverá ser protegido contra a umidade por uma lona, o que evita a redução da sua eficiência ou sua destruição. O fundo da caixa não precisa ser isolado, pois essa é a área onde acontece a reposição de água fria. Outro tipo de isolamento mais caro, porém mais eficiente, é a colocação da caixa d'água dentro de um compartimento feito de madeira, tijolos, ou mesmo dentro de outra caixa maior, deixando-se um espaço de, pelo menos, 6 cm nas extremidades e completando-os com materiais isotérmicos como os citados anteriormente.

**7 - Instalação:** antes de levar os coletores ao telhado ou aos suportes, eles devem ser reforçados, sendo amarrados aos barramentos com arames. Recomenda-se também testar o sistema antes de instalá-lo para verificação de vazamentos. Os coletores solares devem ser instalados, sempre que possível, voltados para a orientação Norte. Quando isso não for possível, podem ser instalados com orientação Oeste. A eficiência do aquecedor depende também da inclinação dos seus coletores segundo a latitude local para melhor aproveitamento da radiação solar recebida.

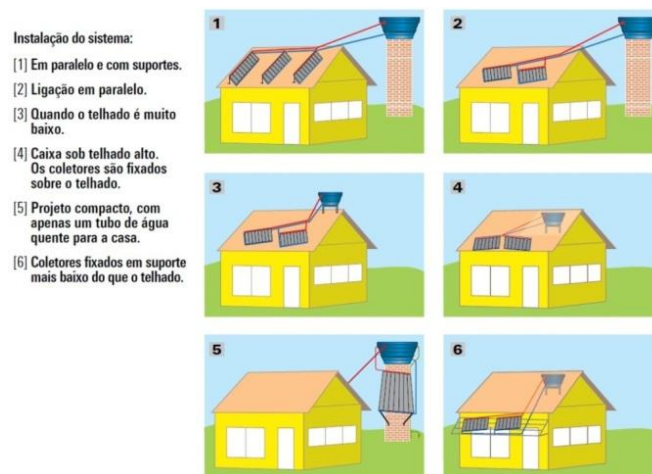
Quando a água entra em processo de aquecimento, ao atingir 40° C, começa a liberar bolhas de ar, o que não causa problemas em sistemas abertos, porém, num sistema fechado

como o de termossifão proposto, acontecerá um acúmulo de bolhas, inevitável no barramento superior, se os coletores solares não forem instalados com um desnível de pelo menos 2 cm por metro corrido.



**Figura 6 - Posição dos coletores solares em relação ao Norte.**  
Fonte: ALANO, J. A. (adaptada), 2008.

O aquecedor pode ser instalado de diferentes maneiras dependendo do local disponível:



**Figura 7 - Diferentes opções para a instalação do sistema do aquecedor na residência**  
Fonte: ALANO, J. A. (adaptada), 2008

**8 - Dimensionamento do sistema:** para uma família de quatro pessoas, por exemplo, devem ser montados quatro barramentos como o mostrado anteriormente. Nesse caso, poderia ser utilizada uma caixa d'água plástica de 250 litros como reservatório de água quente.

Para simplificar o dimensionamento do projeto, recomenda-se uma garrafa para cada litro de água a ser aquecida. O ideal é que a caixa d'água seja instalada o mais próximo possível dos coletores solares e dos pontos de consumo. A proximidade com os coletores é importante para que haja mais eficiência na circulação e no aquecimento, e a proximidade dos pontos de consumo evita o desperdício até que a água quente chegue a eles, em virtude da curta distância da tubulação.

Segundo Alano (2009), foram realizados vários testes para verificação da eficiência do aquecedor e também dos materiais utilizados na sua composição, nos quais se concluiu que os materiais apresentam boas propriedades térmicas e mecânicas e, mesmo após o envelhecimento, os indícios de degradação dos materiais são significativamente pequenos, com variações aceitáveis para o tipo de aplicação desejada.

### 3 MÉTODO

A presente pesquisa no Projeto de Extensão Mãos à Obra constituiu-se das seguintes etapas: Revisão Bibliográfica, Método de Pesquisa, Construção do protótipo, Construção do sistema de medição da temperatura, Medição das variáveis e Análise dos resultados.

A etapa de Revisão Bibliográfica ocorreu no ano de 2011 através do manual e de pesquisas disponibilizadas pelo criador do aquecedor, José Alcino Alano. Estudaram-se as quantidades necessárias de resíduos para a construção de um aquecedor, dependendo do tamanho da família ou da quantidade de pessoas que dele deveriam se beneficiar em um local, estudaram-se os métodos de montagem e funcionamento.

O Desenvolvimento do Projeto aconteceu no final do ano de 2011 e em 2012. Como os projetos de extensão da Universidade Feevale buscam incluir acadêmicos e comunidade local em suas ações, decidiu-se que o primeiro passo seria aquele de envolver acadêmicos interessados na montagem do aquecedor e participação no projeto. Montou-se um cronograma de atividades, e materiais foram preparados e devidamente limpos para a organização da oficina. Acadêmicos em geral contribuíram trazendo à universidade materiais recicláveis necessários para a montagem, principalmente embalagens cartonadas longa vida. No desenvolvimento do projeto, decidiu-se ainda a maneira de medição das variáveis para comprovação da eficiência do sistema, percebeu-se que a medição manual de temperatura não seria a mais adequada, portanto os integrantes do projeto entraram em contato com o curso de Engenharia Eletrônica e realizaram uma parceria para o desenvolvimento de um equipamento e *software* de armazenamento de dados que permitissem um trabalho mais preciso de análise.

Em outubro de 2011, ocorreu uma oficina na universidade, composta pela equipe do Projeto de Extensão Mãos à Obra e acadêmicas voluntárias do curso de Arquitetura e Urbanismo. As acadêmicas receberam uma apostila e aulas teóricas explicando a importância, a montagem e o funcionamento do aquecedor solar e, após a teoria, partiu-se para a prática com a montagem de um protótipo. O protótipo foi construído e instalado no canteiro de obras

da Universidade Feevale de acordo com a latitude da cidade de Novo Hamburgo e em orientação Norte, mais indicada por receber mais diretamente a radiação solar.



**Figura 7 - Oficina para montagem do aquecedor solar**  
**Fonte: autores, 2011**



**Figura 8 - Protótipo montado e instalado na Universidade Feevale**  
**Fonte: Autores, 2012**

Após a devida instalação do protótipo construído, o projeto Mãos à Obra fez uma parceria com o Curso de Engenharia Eletrônica, de modo a desenvolver um equipamento de medição das variáveis. A intenção é a medição dos dados durante o período de aproximadamente um ano para que se possa verificar, da forma mais precisa, a eficiência do aquecedor em todas as estações do ano, levando em consideração o clima local, já que o inverno nessa região é mais rigoroso do que em outras regiões do país.

Atualmente, estamos na fase de implantação do sistema de leitura da temperatura da água. Sensores de temperatura serão colocados na entrada da rede de água fria, na saída da água quente e na parte superior do reservatório, de modo a poder verificar a diferença de temperatura nesses três pontos.

#### 4 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Durante o processo de montagem e instalação do aquecedor, o projeto Mãos à Obra encontrou algumas dificuldades e levantou hipóteses da causa desses problemas, tais como:

- Vazamentos: a mais provável causa dos vazamentos foi a utilização de tubos e conexões de marcas diferentes. Como os materiais tinham a mesma espessura, isso não deveria ter ocorrido. A solução encontrada foi a colagem do barramento inferior, que era apenas encaixado, conseqüentemente, há maior dificuldade de manutenção do aquecedor, caso necessário.
- Conexões queimadas: o período inicial de instalação do aquecedor solar foi durante o verão e, apesar de as medições não terem sido iniciadas tão logo foi instalado o protótipo, percebeu-se grande aumento da temperatura da água após passar pelo sistema. Como no período de férias não estava havendo o consumo de água na torneira, fazendo com que houvesse movimentação no sistema, o aumento da temperatura da água foi provavelmente maior do que a temperatura que as conexões suportariam, queimando as conexões. Isso prova o quanto o sistema é eficiente. Entretanto, a água quente no período de verão não chega a ser uma grande vantagem.



**Figura 9 - Conexões queimadas**  
Fonte: Autores, 2012

- Tempo de desenvolvimento e implantação do sistema: o tempo final até a instalação do sistema no canteiro de obras da Universidade Feevale foi maior do que o estimado. Vários fatores contribuíram para a demora: tempo para juntar os materiais necessários, organização, aprovação pela Feevale e divulgação da oficina para acadêmicos voluntários para a montagem do protótipo; semanas de construção do protótipo; instalação; conserto dos vazamentos e outros problemas; desenvolvimento do equipamento e *software* para realizar as medições.

- Estamos em fase de desenvolvimento do sistema de medição de temperatura da água. Em 2012, foi desenvolvido o sistema de medição da temperatura do ar para os protótipos revestidos com embalagens longa vida e isso acabou atrasando o desenvolvimento do equipamento para a medição de água do aquecedor solar.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o trabalho não esteja ainda concluído, como resultados parciais, podem-se apontar a conscientização de acadêmicos para descarte adequado de resíduos, incentivo ao desenvolvimento de dispositivos alternativos e de baixo custo que podem ser aplicados em comunidades carentes, envolvimento de acadêmicos no aprofundamento dos conhecimentos do sistema e participação na montagem do protótipo, além da interdisciplinaridade, que permite aos acadêmicos de cursos diferentes a oportunidade de trabalharem juntos.

Espera-se que haja uma diferença da eficiência do aquecedor nas diferentes estações do ano. Se os resultados das medições de variáveis se demonstrarem positivos, o Projeto Mãos à Obra tem a intenção de promover oficinas nas comunidades carentes em que atua no município de Novo Hamburgo, para que a população possa construir e utilizar da maneira mais eficiente o seu próprio aquecedor e, assim, obter uma melhora em sua qualidade de vida de maneira acessível e sustentável.

## REFERÊNCIAS

ÁGUA QUENTE SOLAR. **Como funciona um sistema em termossifão?** Disponível em: <<http://www.aguaquentesolar.com/FAQ/questao.asp?id=9>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

ALANO, J. A. **Aquecedor solar composto de produtos descartáveis:** manual de construção e instalação. Tubarão, mai. 2009. Disponível em: <<http://novoportal.celesc.com.br/portal/images/arquivos/manuais/Manual-Aquecedor-Solar.pdf>>. Acesso em: 16 abr. 2013.

ALANO, J. A. **Água quente para todos:** Aquecedor solar produzido com materiais recicláveis. 4. ed. Curitiba, 2008. Disponível em: <[http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cors/Kit\\_res\\_17\\_aquecedor\\_solar.pdf](http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/cors/Kit_res_17_aquecedor_solar.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Energia Solar 3.** Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia\\_Solar%283%29.pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar%283%29.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2013.

BEHLING, S.; BEHLING, S. **Sol Power:** La evolución de la arquitectura sostenible. Barcelona: Gustavo Gili, 2002.

**COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. Embalagens Cartonadas Longa Vida.** Disponível em: <[http://www.cempre.org.br/ft\\_longavida.php](http://www.cempre.org.br/ft_longavida.php)>. Acesso em: 23 abr. 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE AQUECIMENTO SOLAR. Dados de mercado. Disponível em: <<http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/dados-de-mercado/>>. Acesso em: 24 abr. 2013.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: PW, 1997.

RIBEIRO, F. S. et al. **Os possíveis impactos ambientais causados pelo aumento do lixo rural.** Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/arquivos/artigos/17b8789a9c1ab0da22812d6a9afc821e.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2013.

SILVA, C. G. **De sol a sol:** energia no século XXI. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 127 p. (Série inventando o futuro).

SPITZCOVSKY, D. 57,1% DO PET consumido no Brasil é reciclado. **Exame**, 31 jul. 2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/meio-ambiente-e-energia/sustentabilidade/noticias/57-1-do-pet-consumido-no-brasil-e-reciclado>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

TETRA PAK. **Tetra Pak atinge recorde com 12 bilhões de embalagens comercializadas no país.** Disponível em: <[http://www.tetrapak.com/br/sobre\\_a\\_tetra\\_pak/imprensa/noticias\\_e\\_releases/Pages/TETRAPAKATINGERECORDECOM12BILH%C3%95ESDEEMBALAGENSCOMERCIALIZADASNOPA%C3%8DS.aspx](http://www.tetrapak.com/br/sobre_a_tetra_pak/imprensa/noticias_e_releases/Pages/TETRAPAKATINGERECORDECOM12BILH%C3%95ESDEEMBALAGENSCOMERCIALIZADASNOPA%C3%8DS.aspx)>. Acesso em: 23 abr. 2013.

\_\_\_\_\_. **Relatório Sócio Ambiental 2009.** Disponível em: <[http://www.tetrapak.com/br/sobre\\_a\\_tetra\\_pak/publicacoes/meio\\_ambiente/pages/publicacoes.aspx](http://www.tetrapak.com/br/sobre_a_tetra_pak/publicacoes/meio_ambiente/pages/publicacoes.aspx)>. Acesso em: 23 abr. 2013.