



XI-057 – UTILIZAÇÃO DE COLETORES SOLARES COM O REAPROVEITAMENTO DE GARRAFAS PET E COM CAIXAS "TETRA PAK" APLICADO EM RESIDÊNCIA DE BAIXA RENDA

Virgínia Célia Costa Marcelo ⁽¹⁾

Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal Fluminense. Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Coordenadora e Pesquisadora da Universidade do Grande ABC.

Marco Aurélio Santana ⁽²⁾

Arquiteto e Urbanista pela Universidade Mogi das Cruzes. Professor Pesquisador da Universidade do Grande ABC.

Ricardo Armando Pegoraro Lopes ⁽³⁾

Aluno de graduação e pesquisador de iniciação científica da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Grande ABC.

Julio César Beluci Nascimento da Silva ⁽⁴⁾

Aluno de graduação e pesquisador de iniciação científica da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Grande ABC.

Thauane Bispo Orlandi ⁽⁵⁾

Aluna de graduação e pesquisador de iniciação científica da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade do Grande ABC.

Endereço ⁽¹⁾: Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre - Santo André - SP - (11) 4991-9800. e-mail: coordenacao.arquitetura@uniabc.br

Endereço ⁽²⁾: Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre - Santo André - SP - (11) 4991-9800. e-mail: arq-santana@uol.com.br

Endereço ⁽³⁾: Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre - Santo André - SP - (11) 4991-9800. e-mail: ricardo@uniceramicas.com.br

Endereço ⁽⁴⁾: Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre - Santo André - SP - (11) 4991-9800. e-mail: Jcbeluci@hotmail.com

Endereço ⁽⁵⁾: Av. Industrial, 3.330 - Bairro Campestre - Santo André - SP - (11) 4991-9800. e-mail: thauane@uniabc.br

RESUMO

O sol é fonte de energia renovável, o aproveitamento desta energia tanto como fonte de calor quanto de luz é uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentarmos os desafios do novo milênio e, a busca por fontes renováveis é um dos temas mais importantes da atualidade. A energia solar é importante na preservação do meio ambiente, pois tem muitas vantagens sobre as outras formas de obtenção de energia, como: não ser poluente, não influir no efeito estufa, não precisar de turbinas ou geradores para a produção de energia elétrica, mas tem como desvantagem a exigência de altos investimentos para o seu aproveitamento. Portanto, o presente trabalho aborda a questão da sustentabilidade através da reciclagem direta de garrafas *pet* e caixas tetra pak sem nenhum processo industrial, além da aplicação em projetos sociais, permitindo a população de baixo poder aquisitivo viver com dignidade, qualidade e economia de energia elétrica. O trabalho, desenvolvido pelos alunos, faz parte dos projetos do Laboratório de estudo, desenvolvimento e promoção da sustentabilidade (LABSUS), vinculado ao escritório modelo do curso (COMPASSO). Esses trabalhos e projetos são realizados sem custo para a comunidade e têm como objetivo a pesquisa de técnicas alternativas e reutilização de materiais com base nos princípios sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Coletor Solar, Energia alternativa, Arquitetura sustentável, sustentabilidade, materiais reutilizáveis, aquecimento solar.

INTRODUÇÃO

A Arquitetura deve ser pensada como a arte de construir habitações aproveitando, em meio aos esforços de se proteger contra as adversidades da natureza, os recursos propiciados pela própria natureza, sem alterar o seu equilíbrio.



As condições climáticas do meio, além de variarem, ao longo do dia e ao longo do ano, variam com a latitude, altitude e outros fatores climáticos. Portanto, o conhecimento das condições climáticas locais é importante para uma boa arquitetura.

A radiação solar é a principal fonte de energia para o planeta, tanto como fonte de calor como fonte de luz. Portanto, o estudo da insolação é de extrema importância para a eficiência energética na arquitetura, principalmente no momento atual em que se vivencia uma preocupação com o consumo energético excessivo e suas consequências na qualidade de vida do planeta.

O setor doméstico é responsável por cerca de 30% das emissões de carbono em países desenvolvidos, principalmente devido ao CO₂, emitindo por produtos de geração de energia e queima de combustíveis fósseis. Desses 30%, 25% vão para o aquecimento da água das torneiras e para o pré-aquecimento dos sistemas de aquecimento de ambientes (ROAF, 2006, p224).

Conseqüentemente, os sistemas domésticos de aquecimento de água são responsáveis por de 6% a 8% das emissões totais de CO₂ em países desenvolvidos, tais como Reino Unido. Se cada casa tivesse um sistema solar de aquecimento que pudesse produzir a metade das necessidades anuais de energia para o aquecimento de água usando energia solar limpa e gratuita poderíamos economizar cerca de 3% de todas as emissões de gases-estufa do país pela simples adoção de uma política obrigatória de aquecimento solar de águas (ROAF, 2006, p225).

A busca do homem pela maior utilização das fontes renováveis e por uso de novas técnicas que não sejam agressivas ao meio ambiente tem aumentado a procura por coletores solares para o aquecimento de água.

A aplicação desta tecnologia simples, de baixo custo e de fácil manutenção deve estar associada às decisões arquitetônicas quanto ao posicionamento e inclinação do telhado e dimensionamento dos elementos do sistema.

A importância deste trabalho consiste no estudo e elaboração de um coletor solar de materiais reutilizáveis (garrafas de pet e caixa tetra pak), realizado por estudantes do curso de arquitetura da UniABC com aplicação em uma comunidade do município de Santo André, Instituto de aposentadoria e pensões industriais (IAPI) Vila Guiomar.

O trabalho foi executado em três etapas. Na primeira, foi feita uma pesquisa junto à comunidade com relação às suas necessidades e onde seria utilizado o coletor solar. Na segunda etapa, realizou-se em laboratório a construção experimental do protótipo da placa do coletor, utilizando-se garrafas pet, caixa de leite (tetra pak), tubos, conexões e caixa de água para fazer a ligação e a simulação do protótipo. Posteriormente, foi construído o coletor solar definitivo que foi testado na universidade e apresentado à comunidade.

Dos estudos realizados em laboratório e na apresentação aos membros da comunidade Vila Guiomar, concluiu-se que a pesquisa serviu como instrumento de aprendizado e conscientização da importância da responsabilidade social e ambiental do estudante de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo. Além disso, proporcionou a utilização de painéis de aquecimento solar de baixo custo para comunidades de baixa renda, Vila Guiomar. Conscientizou a comunidade sobre o uso racional da energia e sobre a utilização de fontes alternativas.

O desenvolvimento desse trabalho contou com o total apoio e a participação da Universidade do Grande ABC- UniABC, através dos membros do LABSUS e do escritório COMPASSO.

PRIMEIRA ETAPA: ESTUDO DE CASO NA VILA GUIOMAR

O caso em questão será implementado para atender a demanda de aquecimento de água de banho de residências multifamiliares no Conjunto IAPI Vila Guiomar. A Vila Guiomar começou a ser implantado na década de 40. O IAPI Vila Guiomar foi o primeiro grande conjunto da região, com uma população estimada em 8.000 pessoas – cerca de 5% da população do município que, em 1955, era de aproximadamente 162.000 habitantes (MINDRISZ, 1990, apud PESSOLATO, 2007, p. 102).



Segundo Médici (1989 apud PESSOLATO, 2007, p. 99), antes de sua urbanização, a área onde hoje configura o bairro Vila Guiomar constituía-se como ponto de passagem para São Paulo. Até final do século XIX era zona rural e denominava-se Sítio Casa Grande.

A gleba, de mais de um milhão de metros quadrados, passou por vários proprietários até chegar às mãos do médico paulista Dr. José Gonzaga Franco e sua esposa, D. Guiomar de Campos Gonzaga e de Bento José Gonzaga Franco e sua esposa, Elvira de Campos Gonzaga, por volta de 1931.

Pessolato (2007) descreve que na chácara do Dr. Gonzaga, batizada com nome de Guiomar em homenagem a sua esposa, havia um lago e plantação de uvas, laranjas e peras, e era usada como área de piquenique pelos trabalhadores das fábricas do entorno.

A área foi loteada e vendida aos trabalhadores do local, no início dos anos 30 e recebeu o nome de Vila Guiomar em referência à antiga chácara (Figuras 1 e 2).



Figura 1: Conjunto Habitacional Vila Guiomar – Santo André.

Fonte: MARCELO, 2008.



Figura 2: Conjunto Habitacional Vila Guiomar – Santo André.

Fonte: MARCELO, 2008.

O representante da comunidade, Sr. Ademir Tadeu Morare, procurou a instituição, solicitando ao curso de arquitetura, através do escritório COMPASSO, que fosse feito um projeto arquitetônico para a construção de um centro de convivência da comunidade. A proposta apresentada pelos alunos e professores participantes do projeto foi de que o centro de convivência fosse uma construção sustentável, servindo de referência para a região (figuras 3, 4 e 5). Com base nesta proposta é que os alunos desenvolveram o projeto e a pesquisa de materiais e técnicas alternativas para a construção do centro de convivência, tais como o coletor solar.

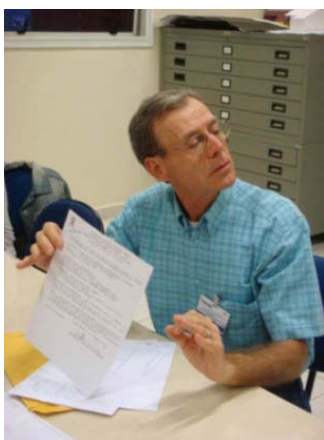


Figura 3 : Reunião na UniABC com o representante do Conjunto Habitacional Vila Guiomar – Sr. Ademir Tadeu Morare, mostrando o alvará de construção da Prefeitura.

Fonte: CALSONE, 2008



Figura 4: Reunião na UniABC entre alunos, professores e representante da Comunidade Vila Guiomar – início da elaboração do projeto arquitetônico sustentável da Sede.

Fonte: CALSONE, 2008



Figura 5: Comunidade acompanha apresentação de projeto pelos alunos na UniABC.

Fonte: VIZIOLI, 2008.

SEGUNDA PARTE: ESTUDOS EM LABORATÓRIOS (materiais e métodos)

Nesta seção são apresentados os equipamentos, o método de confecção do coletor solar e o sistema de aquecimento da água.

O projeto utilizou o manual disponibilizado pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídrico do Estado do Paraná, SEMA. O coletor diferencia-se dos demais, pois para baratear o custo, utilizaram-se nas colunas de absorção térmica, tubos e conexões de PVC, menos eficientes que os tubos de cobre e alumínio utilizados nos coletores convencionais. As garrafas pet e caixas Tetra Pak, substituíram a caixa metálica, o painel de absorção térmica e o vidro utilizado nos coletores convencionais. O calor absorvido pelas caixas Tetra Pak, pintadas em preto fosco, é retido no interior das garrafas e transferido para a água através das colunas de PVC, também pintada em preto. As garrafas utilizadas são de preferência transparentes, do tipo Pepsi e Coca e outras marcas com o mesmo perfil (figuras 6).

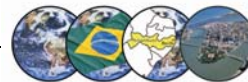


Figura 6: Seleção e preparação das garrafas pet
Fonte: SANTANA, 2009

O sistema utilizado para o aquecimento da água foi o termo sifão. Este sistema consiste em uma grelha formada por tubos de PVC, onde a barra superior desta grelha deverá ser posicionada entre 10 a 300 centímetros do fundo do reservatório de água. A circulação da água pelo coletor é feita por diferença de densidade entre a água quente e a fria, por isso a necessidade deste desnível. À medida que a água esquentada nas colunas do coletor, ela sobe para a parte superior do reservatório e, conseqüentemente a água fria, por ser mais pesada, dirige-se para a parte inferior do reservatório.

O coletor solar é o componente responsável pelo bom desempenho de um sistema de aquecimento solar, sendo necessária melhor atenção e compreensão para seu bom funcionamento.

Os materiais utilizados para o coletor foram: tubo de pvc de $\frac{3}{4}$ ", reservatório de água em pvc de 310 litros, fita isolante, 42 garrafas pet, conexões "T" de $\frac{3}{4}$ " de diâmetro, conexões "L" de $\frac{3}{4}$ " de diâmetro, tinta esmalte preta fosca, caixas de leite tetra pak, folhas de jornal e tubo de pvc de 10".



Para as colunas de absorção térmica, foram utilizados os tubos de *pvc*, possibilitando para o conjunto um baixo custo em sua confecção. Entretanto, este material não é tão eficiente quanto os tubos de cobre, uma vez que o mesmo não pode ser exposto a níveis de temperatura muito alta que possam comprometer sua estrutura e rigidez.

Foram utilizadas garrafas *pet* transparentes (cristal), cinturadas (Coca-cola). Deve-se observar que o rendimento do coletor é maior quando se utilizam garrafas transparentes, pois estas permitem uma maior passagem de luz, aumentando o efeito estufa dentro do coletor e as caixas tetra pak têm como função a maior absorção de calor.

Os estudantes do curso selecionaram as garrafas *pet* e as caixas Tetra Pak, o material foi selecionado com cuidado em relação a sua precedência para evitar problemas de contaminação e doenças, limpavam as embalagens e fizeram os cortes no material de acordo com a especificação do manual (ALANO, 2004). Para facilitar o corte das garrafas, foi criado um gabarito de Tubo de PVC de 100 mm de diâmetro com 31 cm de comprimento. Este comprimento é o tamanho que a garrafa deverá ter após ser cortada. Para possibilitar a introdução da garrafa, foi feito um corte longitudinal no gabarito.

As caixas tetra pak funcionam como captadores de calor. Sua composição é de 5% de alumínio, 20% de polietileno, e 75% de celulose, cuja combinação destes materiais oferece excelentes resultados, uma vez que evita que se deformem na temperatura a que serão submetidas, ao contrário do que aconteceria com a utilização de papel comum.

Para possibilitar um encaixe ideal dentro das garrafas *pet*, foram recortadas as caixas com 23 cm de comprimento e posteriormente, um recorte de 7 centímetros na parte inferior da caixa, servindo de encaixe para o gargalo da próxima garrafa. Após o recorte, foram dobradas de forma simples aproveitando os vincos das laterais das mesmas. Visando a sustentação e para acompanhar a curvatura superior da garrafa, foram feitas duas dobras nas laterais de cada caixa. Posteriormente, foi feita a pintura das mesmas, utilizando tinta esmalte sintéticas, na cor preta fosco para exteriores. Não foi utilizado tintas com brilho, pois estas comprometem o desempenho do coletor, uma vez que os raios solares serão parcialmente refletidos.

Com relação aos tubos, foram utilizados tubos e conexões tipo “T” de *pvc* soldável de 20 mm de diâmetro. Para cada tubo coletor foi adotado 108 centímetros de comprimento, onde ao longo destes tubos foram posicionados conjuntos de cinco garrafas. Cada tubo foi pintado com a mesma tinta que foi utilizada nas caixas tetra pak. Nas bordas, foi deixada uma faixa de 2 cm sem pintura, para possibilitar a fixação nas conexões.

A montagem foi feita através da colagem dos tubos de 8,5 e 108 centímetros e da conexão “T” conforme representado na figura. Esta seqüência foi repetida até formar um total de oito colunas. Outro item importante é vedar os gargalos das garrafas ao tubo com fita isolante, isto impedirá a fuga de calor do interior da coluna ou, até mesmo, impedirá que o vento gire as garrafas alterando a posição das caixas tetra pak em relação à captação de luz. O mesmo processo é utilizado para a vedação de uma garrafa a outra (figura 7).



Figura7: Montagem da garrafa pet
Fonte: SANTANA, 2009

Os tubos de afastamentos de uma coluna a outra foram feitos com 8,5 centímetros e sem pintura.

Para a montagem da barra superior da grelha foi utilizado adesivo somente nos tubos e conexões, onde circula a água quente. Para a montagem da barra inferior, foram apenas encaixados com a ajuda de um martelo de borracha, possibilitando a manutenção do mesmo caso seja necessário.

Em seguida foram inseridas as garrafas *pet* e as caixas Tetra pak e para diminuir o espaço interno das garrafas e melhorar o posicionamento e fixação das caixas tetra pak dentro das garrafas foram colocadas folhas de jornal amassadas. Este processo favorece um melhor aquecimento e desempenho do coletor (figuras 8 e 9).



Figuras 8 e 9: Montagem do coletor
Fonte: SANTANA, 2009

SEGUNDA ETAPA: TESTE DO PROTÓTIPO

O coletor solar foi testado no pátio da universidade e seguiu alguns passos básicos: o cálculo do consumo diário de água quente por dia, verificação das sombras e determinação da posição do telhado.

Para o consumo de água quente, considerou-se a NB 128, tabela 1 da ABNT, que para casa popular estima o consumo de 36 litros por indivíduo e para o consumo do uso do chuveiro, adotou-se o manual de prédios eficientes em energia elétrica do IBAM/PROCEL que é 50 litros por banho.

Quanto à determinação da posição do coletor e do telhado considerou-se a inexistência de sombras projetadas sobre as placas (árvores, construções vizinhas, caixa d'água superior, casa de elevadores, etc), principalmente no inverno. Com relação à inclinação, o ideal é colocá-lo perpendicular à altura solar média do inverno ao meio dia, ou seja, a latitude do local + 15°, sendo uma boa estimativa para aquecimento de água com foco no período de inverno (figuras 10 e 11).



Figura 10: indicação do local que foi testado o coletor
Fonte: Google

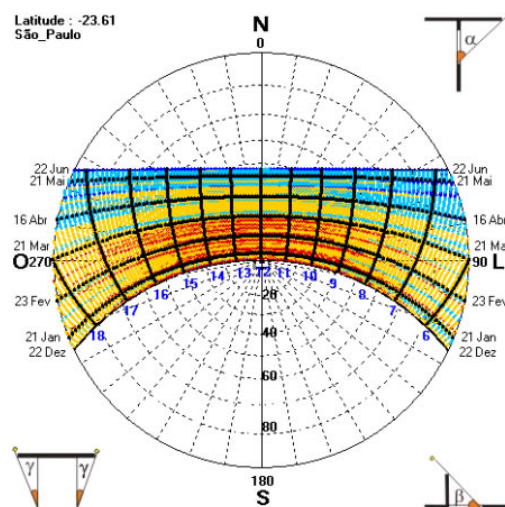
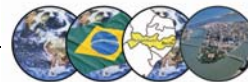


Figura 11: carta solar com as temperaturas para a latitude de São Paulo
Fonte: Sol-ar



Tendo em vista a latitude de São Paulo, em torno de 24°, optou-se por construir uma estrutura com tubo de aço galvanizado para fixar o coletor que fosse independente do telhado, atingindo a inclinação desejável de aproximadamente 39°.

O coletor ficou exposto no pátio da universidade por um período de 5 a 6 horas em condições de céu aberto e poucas nuvens no outono. Observou-se que no final da manhã a temperatura atingiu o valor máximo de 41° C.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O coletor solar de garrafas pet e caixas de tetra pak torna o custo viável para a comunidade de baixa renda. Além de ser sustentável, não apenas pela utilização de materiais alternativos, mas por promover a autoconstrução através da capacitação dos membros da comunidade.

O objetivo deste estudo foi verificar a temperatura final da água com o uso do coletor solar de garrafas pet. Pretende-se dar continuidade ao trabalho desenvolvendo o isolamento das tubulações e do reservatório de água para manter a temperatura da água aquecida por um período de tempo maior. Além disso, serão feitos testes nas diferentes estações do ano.

A prática e a participação dos estudantes dos diferentes semestres do curso permitiu uma integração e troca profissional que resultou na motivação dos participantes com repercussões no ensino das disciplinas de tecnologia da construção, conforto ambiental e projeto. O aprendizado se tornou mais dinâmico permitindo que o ensino fosse além do convencional com exemplos teóricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALANO, Jose Alcino. **Manual sobre construção e instalação do aquecedor solar com descartáveis**. Santa Catarina, 2004.
2. LIMA, Juliana Benoni Arruda. **Otimização de sistema de aquecimento solar de água em edificações residenciais unifamiliares utilizando o programa TRNSYS**. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, 2003.
3. PESSOLATO, Cíntia. **Conjunto IAPI Vila Guiomar – Santo André – SP: projeto e história**. Dissertação apresentada à FAUUSP para obtenção do título de Mestre. São Paulo: 2007.
4. ROAF, Susan. **Ecohouse: A Casa ambientalmente sustentável**. Porto Alegre: Bookman, 2006.