



## XI-014 - ANÁLISE DE AQUECEDOR SOLAR DE ÁGUA CONFECCIONADO COM MATERIAIS DE BAIXO CUSTO NO NORDESTE

**Claudia Ruberg**<sup>(1)</sup>

Arquiteta e Urbanista. Mestre e doutora em Arquitetura e Urbanismo. Ex-presidente da ABES – Seção Sergipe (2011-2013). Professora do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe (DEC/UFS) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PROEC/UFS). Revisora das Revistas Engenharia Sanitária e Ambiental (1413-4152) e Revista Brasileira de Ciências Ambientais (1808-4524).

**Sálvio Almeida**<sup>(2)</sup>

Graduando de Engenharia Civil – Universidade Federal de Sergipe

**Itson Santos de Souza**<sup>(3)</sup>

Graduando de Engenharia de Petróleo – Universidade Federal de Sergipe

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Av. Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze - São Cristovão - Sergipe - CEP: 49100-000 - Brasil - Tel: +55 (79) 2105-6700 - e-mail: [claudiaruberg@gmail.com](mailto:claudiaruberg@gmail.com).

### RESUMO

Devido às grandes necessidades energéticas da sociedade contemporânea e às preocupações com os resíduos sólidos urbanos e seu descarte, pesquisadores têm se voltado em busca de novas fontes de energia, principalmente limpas e renováveis. Na presente pesquisa apresenta-se um modelo de aquecedor de água que se utiliza da energia solar e faz uso de materiais reutilizáveis. Um dos objetivos da pesquisa é avaliar o desempenho do aquecedor solar de baixo custo, através de medições das temperaturas da água em diversos pontos do sistema. Após algumas medições, o aquecedor demonstrou possuir boa eficiência, pois elevou a temperatura da água de modo a permitir que o usuário usufrua desta com um bom grau de conforto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aquecedor de água, energia solar, materiais reutilizáveis.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil tem apresentado uma demanda por energia elétrica cada vez maior e, em paralelo, cresce a preocupação mundial com o meio ambiente. Tendo isto em vista, foi construído um modelo de aquecedor solar de água constituído de materiais reutilizáveis de baixo custo, idealizado por Alano (2003), que poderá reduzir a necessidade do uso de chuveiro elétrico, o qual é responsável pela segunda maior participação média no consumo de energia elétrica nas residências (aproximadamente 25%), segundo pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo, realizada em 2005, pelo PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – PROCEL (2006). Além disto, os materiais que constituem o protótipo do aquecedor solar de água o tornam barato e bastante acessível à população, sendo ainda ambientalmente de suma importância para proporcionar um ambiente mais limpo e evitar problemas atualmente comuns em nossa sociedade, como acúmulo de resíduos sólidos e enchentes.

A energia solar possui algumas particularidades que a definem como uma ótima solução energética: é abundante, inesgotável, limpa e gratuita. A partir dela é possível obter tanto eletricidade quanto calor. O Brasil recebe uma intensa insolação anual em seu vasto território. Por essa razão, é viável aproveitar a energia solar em praticamente toda a sua extensão. Entretanto, vários países com níveis de insolação menores que o brasileiro realizam melhor aproveitamento da energia termossolar (SOUZA, 1994).

Uma das formas de melhorar o índice de aproveitamento nacional da energia termossolar é incentivar o uso dos aquecedores solares de água, os quais podem ser empregados nas indústrias (processos produtivos), no comércio (escolas, hotéis, clínicas e hospitais) e nas residências (casas e apartamentos). Um benefício direto dessa aplicação seria a redução do uso do chuveiro elétrico.

O objetivo da pesquisa é investigar o modelo de aquecedor de água através de medições das temperaturas da água em diversos pontos do sistema de aquecimento, medição da circulação de água e verificação das

condições ambientais e realizando comparações dos resultados encontrados após aferição das medições do aquecedor com o isolamento térmico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente foi construído e instalado o aquecedor solar de baixo custo nas proximidades do reservatório elevado de água da Universidade Federal de Sergipe – UFS.

O aquecedor solar de água é composto de dois coletores solares confeccionados com tubulações de PVC e caixas do tipo Longa Vida, pintadas de preto para melhor absorção do calor, envoltas em garrafas PET para garantir o efeito estufa, além de caixa d'água de polietileno de 310 litros com função de reservatório inicialmente sem isolamento térmico.

Como mecanismo de coleta e controle de informações, foram instalados termômetros para aferição da temperatura da água, e um hidrômetro para medição do volume de água circulante no sistema (Figura 1).



**Figura 1 – Aquecedor solar de baixo custo com indicação da localização dos sete termômetros e o hidrômetro.**

Realizaram-se medições no aquecedor solar nos anos de 2012 e 2013, por um período que correspondeu a todas as estações (primavera, verão, outono e inverno) estando o reservatório sem o isolamento térmico e ao inverno, primavera e verão com o isolamento térmico.

Todas as medições duraram um período de três semanas, das 07 horas às 17 horas. Durante os dias da semana a coleta de dados ocorreu de duas em duas horas e nos sábados de trinta em trinta minutos. Apenas não foram obtidos os dados dos domingos. Mediram-se os dados das temperaturas nos termômetros dos coletores leste [01] e oeste [02], dos termômetros de simulação de consumo de água quente [03] e fria [04], de entrada [05] e de saída [06] do reservatório para os coletores e o termômetro que mede a temperatura do ambiente [07], que fica em um local protegido da luz solar. Também foram medidos o volume de água que entra no reservatório com o auxílio do hidrômetro como mostrado na Figura 1.

No segundo momento da pesquisa, ainda em andamento, foi construído e instalado o isolamento térmico do reservatório de água, constituído de raspas de pneus proveniente do processo de recauchutagem e cola de poliacetato de vinila (PVA), que foram revestidas com lona plástica e feltro para proteção de umidade e outras intempéries, mostrado na Figura 2. Após a instalação do isolamento, foram realizadas as medições das temperaturas da água e do volume de água circulante no sistema, utilizando a mesma metodologia descrita anteriormente. Até o momento, a segunda etapa do projeto está 75% concluída, faltando somente o outono para conclusão da fase de coleta dos dados. A Figura 3 mostra a instalação do isolamento térmico ao redor do reservatório de água.



**Figura 2 – Mantas de isolamento térmico.**



**Figura 3 – Reservatório com revestimento térmico.**

Após as medições, os dados foram inseridos em planilha do programa Excel, calculadas médias diárias, identificadas as temperaturas máximas, em cada estação do ano. Os dados referentes ao período posterior à colocação do isolante térmico no reservatório ainda não foram analisados e, portanto, não constam dos resultados.

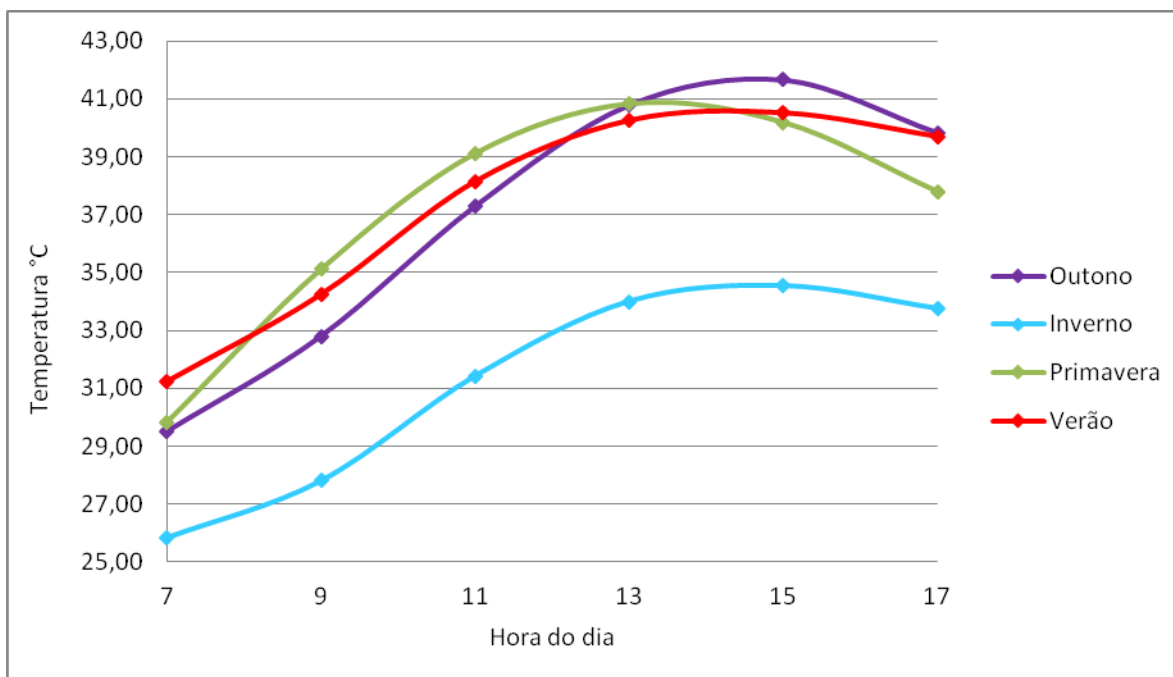
A seguir serão apresentados alguns dos principais resultados encontrados durante as primeiras quatro estações mensuradas.

## **RESULTADOS OBTIDOS**

Os resultados das medições de temperatura de água quente para consumo estão organizados na Figura 4.

De acordo com o gráfico da Figura 4, observa-se que, salvo o inverno, a água quente para consumo alcançou a temperatura de 39 °C entre 11h e 12h, permanecendo superior a ela até, aproximadamente, 16h. Segundo Borges (2001), esta é a temperatura ideal para banho no Brasil. Nota-se que, com exceção do inverno, a temperatura de 36 °C foi alcançada entre 10h e 11h e permaneceu superior até o fim do dia. Sendo esta, aproximadamente, a temperatura do corpo humano, pode-se considerar como confortável para banho.

O aquecedor apresentou seus valores máximos entre as 13h e 15h, alcançando mais de 41 °C no outono, ligeiramente abaixo de 41°C na primavera e no verão e apenas 35,5 °C no inverno.

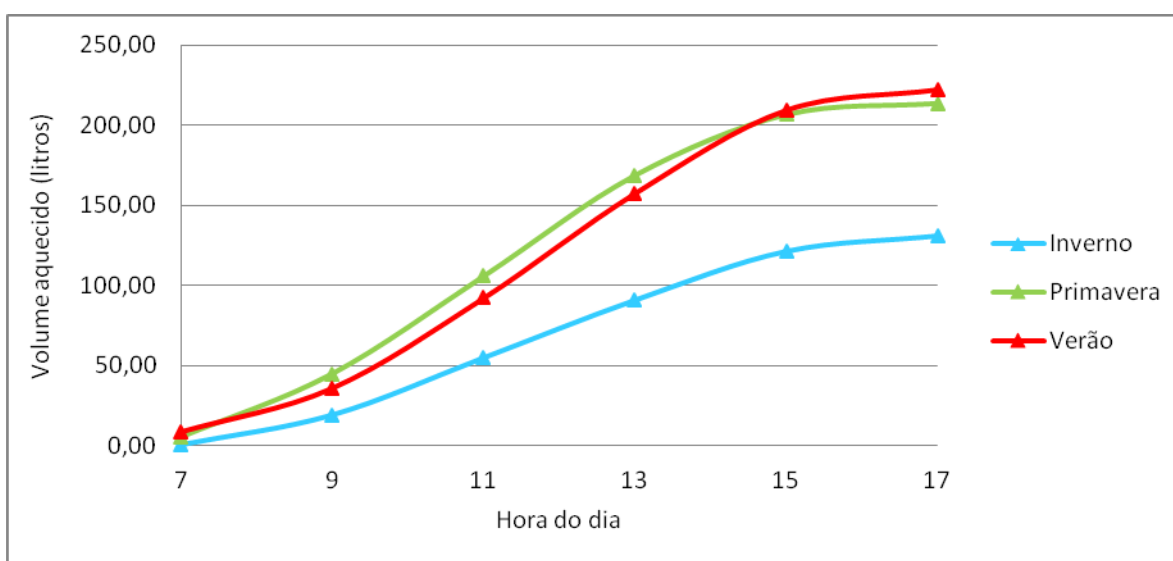


**Figura 4 – Temperatura de água quente para consumo x tempo.**

O destaque do desempenho da primavera e do outono é explicado por um redimensionamento feito nos coletores do aquecedor. Como a temperatura da água nos coletores estava atingindo, em média, 47 °C e alcançando um pico de 49 °C, havia o risco de danificar a tubulação de PVC, pois segundo a NBR 5648 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999) “os tubos, as conexões e as juntas devem ser empregados na condução de água sob pressão para temperatura de até 45°C”.

Ajustes no equipamento foram efetuados para evitar esse problema.. Assim, foi necessário reduzir a área dos mesmos, retirando uma garrafa PET de cada linha e reduzindo assim a altura (pois quanto menor a altura dos coletores menor será a temperatura de aquecimento da água).

Os resultados das medições de volume diário aquecido durante o mesmo período estão organizados na Figura 5, excluído o outono, período em que não se possuía o hidrômetro instalado.



**Figura 5 – Volume diário aquecido x tempo.**





Notou-se, com os dados obtidos pelo hidrômetro, que, antes das 7 h, a variação do volume de água é praticamente zero, ou seja, a quantidade de água aquecida das 17 h às 7 h do dia seguinte é considerada nula. A sua variação máxima ocorre entre as 11h e 13 h, tendo uma quantidade diária média entre as estações de 172,1 dm<sup>3</sup> de água aquecida.

Apesar de a altura dos coletores exercer maior influência sobre o aquecimento da água, verifica-se que o redimensionamento também proporcionou um menor volume médio de água aquecido durante o inverno. No outono não foi possível realizar as medições de volume, pois ainda não se possuía o hidrômetro.

Como a maior necessidade de água aquecida é no inverno, desejava-se uma melhor eficiência do aquecedor nesse período. Entretanto, devido à baixa incidência de radiação solar, ao elevado número de dias nublados e chuvosos e ao redimensionamento efetuado, não foram obtidos resultados satisfatórios neste período.

Espera-se que, com o devido isolamento térmico obtenha-se um maior rendimento do aquecedor e o uso do mesmo se torne mais agradável nesse período. Espera-se também que a temperatura quente de consumo permaneça igual ou superior à ideal por mais tempo, favorecendo o uso à noite.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, foi observado que o aquecedor alcançou resultado satisfatório durante boa parte do dia e se mostrou capaz de fornecer conforto a possíveis usuários durante quase todo o dia. A única exceção foi durante o inverno, estação que é caracterizada por baixa incidência de radiação solar e grande número de dias nublados e chuvoso. Em termos práticos, é recomendado aumentar a área das placas coletoras durante o inverno. Espera-se que os resultados do sistema com o isolamento térmico traga melhores resultados, principalmente nesta época do ano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5648**: Sistemas prediais de água fria - Tubos e conexões de PVC 6,3, PN 750 kPa, com junta soldável. Rio de Janeiro, 1999.
2. ALANO, J. A. **Manual sobre a construção e instalação do aquecedor solar com descartáveis**. Tubarão/SC, 2003. Disponível em: <<http://josealcinoalano.vilabol.uol.com.br/manual.htm>>. Acesso em: 20/05/2012.
3. SOUZA, A. W. A. de. **Fundamentos da teoria de energia solar e de seu uso**. Belo Horizonte: Fundação Brasileira de Direito Econômico, 1994.
4. BORGES, Thomaz; PEREIRA, J.T.V. **SOLPET- Pré-Aquecedor solar de água de material reciclado e pequeno investimento para uso em casas populares**. ECOJET, 2001.
5. PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (PROCEL). Disponível em: <<http://www.eletronbras.gov.br/elb/procel/main.asp?TeamID={32B00ABC-E2F7-46E6-A325-1C929B14269F}>>. Acesso em: 08/01/2012.