

# Sistema para aquecimento solar de água para banho, de baixo custo, aos clientes residentes em comunidades de baixa renda

Márcio V. Carlos, Fernando L. B. Bacellar, Newton J. Guaraldo, Adelfo B. Barnabé e Flávio Faria

**Resumo** – Este artigo apresenta o Projeto de P&D N° 0390-021/2009 da AES Eletropaulo, “Sistema para aquecimento solar de água para banho, de baixo custo aos clientes residentes em comunidades de baixa renda”, ainda em andamento em março de 2011. Foi desenvolvido um aquecedor solar de baixo custo usando matérias primas baratas e materiais reciclados como o Polietileno Tereftalato (PET), sem controle de temperatura, eliminando sensores térmicos, resistores de aquecimentos e válvulas, que é de fácil industrialização, e fácil instalação para possibilitar sua massificação, e reposição dos dois componentes principais, o coletor e o reservatório, para os quais se buscou concepção monolítica inovadora. Resultaram dois tipos de protótipos que foram instalados em 10 casas do tipo baixa renda para acompanhar seu desempenho de campo “test drive” e testar a adaptação dos moradores ao uso. Foram realizados ensaios de desempenho em laboratório. Ambas as concepções destinam-se a programas de eficiência energética.

**Palavras-chave** – Aquecedor solar, energia renovável, chuveiro.

## I. INTRODUÇÃO

O chuveiro elétrico é o equipamento democratizador do uso da água quente para uma população de baixa renda. No Brasil, por ter sua matriz energética baseada em energia hidráulica, com a construção de imensas usinas hidrelétricas, a existência do chuveiro elétrico torna possível levar a água quente para o banho de toda população de baixa renda, sendo uma das poucas sociedades do nosso planeta que permitem tal conforto.

O chuveiro elétrico possui tipicamente potências entre 3 a 6KW e a regulação da temperatura da água do banho é efetuada pela alteração da potência elétrica e pela vazão da água com maior ou menor abertura da torneira.

---

Esse trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica regulado pela ANEEL e consta dos Anais do VI Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (VI CITENEL), realizado em Fortaleza/CE, no período de 17 a 19 de agosto de 2011.

M. V. Carlos e F. L. B. Bacellar. trabalham na AES Eletropaulo (e-mails: marcio.carlos@AES.com; fernando.bacellar@AES.com).

N. J. Guaraldo, A. B. Brás e F. Faria trabalham para o CGTI (e-mail: Newton@buenomak.com.br; barnabe@buenomak.com.br; ffaria@buenomak.com.br).

Assim, o chuveiro elétrico torna-se um limitador de consumo de água, pois quanto mais água menor a temperatura final obtida no chuveiro, sendo a vazão da água algo em torno de 2,5 litros a 4 litros por minuto.

O chuveiro elétrico é um excelente conversor de energia elétrica em calor, com uma eficiência próxima de 95%, podendo ser adquirido a partir de R\$ 28,00 a unidade para a linha popular, de 3.000watts.

Atualmente, com a necessidade crescente de energia elétrica, novos projetos de geração incluem usinas térmicas como complemento às necessidades energéticas e redução dos potenciais de exploração hídrica, resultando em produção de energia elétrica a partir da queima de energéticos fósseis para a geração desta energia.

O chuveiro elétrico é um componente de aquecimento ambientalmente correto dependendo da fonte de produção energética, porém provoca acentuado carregamento no sistema elétrico devido à sua utilização em horário concentrado das 18 às 20 horas ocasionando pico de demanda de energia ao qual o sistema elétrico deve estar capacitado em termos de geração, transmissão e distribuição, onerando investimentos na rede elétrica pelas concessionárias de energia.

Assim, o chuveiro elétrico é um equipamento que proporciona qualidade de vida para a população de baixa renda sendo também o grande vilão de picos de consumo de energia que ocasiona a necessidade de grandes investimentos na rede elétrica. Também é um dos aparelhos que mais consome a energia não-paga em residências do tipo baixa renda.

O aquecimento da água para uso da população pode, alternativamente, ser efetuado por outra fonte de energia, como a solar, reduzindo a demanda no momento de pico do sistema elétrico.

A justificativa desse projeto é reduzir o consumo de energia elétrica com aproveitamento da energia solar reduzindo demanda em horário de ponta e beneficiar o meio ambiente com redução do consumo de combustíveis fósseis associados à geração de energia elétrica de fonte térmica por queima de combustível.

Outro motivador do projeto é seu potencial de redução de perdas comerciais se o sistema solar for utilizado em residências providas de chuveiro elétrico, porém com entrada irregular da energia elétrica, fraudada e/ou desprovida de medidor de consumo de energia. Nesses casos fazendo-se programas integrados de eficiência energética, com estímulo ao baixo consumo e regularização do consumidor.

Em fevereiro/10 o Ministério das Cidades publicou Portaria em que se refere ao custo máximo para sistema de aquecimento solar nos seguintes termos: *6.2.1 Os custos totais para implantação de sistema de energia solar serão limitados a R\$ 2.500,00, para cada unidade habitacional, em empreendimentos multifamiliares verticais e a R\$ 1.800,00 para cada unidade habitacional, em empreendimentos horizontais*

Em sintonia, a Caixa Econômica Federal, em 2010, estipulou os termos de referência para sistema de aquecimento solar destinados a habitações do programa Minha Casa Minha Vida, de conteúdo bastante detalhado e tecnicamente cuidadoso, com forte tendência de se transformar em paradigma de referência para instalações em habitações de interesse social ou, como denominado no PRJ, de comunidades de baixa renda.

O caráter inovador do projeto está em se obter um produto com capacidade e qualidade adequadas para aquecimento solar de água para banho aos clientes residentes em comunidades de baixa renda, de baixo custo, com preço final delimitado para R\$ 1.200,00, completo, mais R\$ 300,00 de instalação, de fácil industrialização e massificação, muito simples de ser instalado em casas populares existentes, e de fácil manutenção e reposição.

O Projeto de P&D N° 0390-021/2009 “Sistema para aquecimento solar de água para banho, de baixo custo aos clientes residentes em comunidades de baixa renda”, estava em andamento em março de 2011 restando quatro meses para o término, tendo o recurso financeiro sido aportado pela AES Eletropaulo. As executoras foram o CGTI – Centro de Gestão de Tecnologia e Inovação, e a B&M Pesquisa e Desenvolvimento, ambos de Campinas (SP).

## II. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Primeiramente procedeu-se, em 2009, ao levantamento do estado da arte da tecnologia de fabricação de aquecedores solares de água com um estudo sobre os principais materiais então em uso nos coletores solares e reservatórios de água quente. Foram analisados, avaliados técnica e economicamente os volumes desses materiais, associados os desempenhos publicados pelos fabricantes, e comparados com outros materiais possíveis de se utilizar na elaboração do painel coletor solar, com a ótica de redução de custo e ao mesmo tempo, industrializável, e facilmente replicável em grande escala; que não dependesse de materiais nobres e caros como cobre e alumínio, nem vulneráveis como vidro; e nem

precisasse de construções artesanais pouco confiáveis e de baixa durabilidade.

O principal resultado dessa etapa foi uma tabela comparativa, constando várias soluções artesanais (que utilizam desde garrafas PET vazias, reciclagem de embalagens) vários produtos e sistemas completos industrializados e à venda no mercado (como Alosolar, Héliosol, Transen, Heliotek, Astrosol, Tecnosol, Mondialle, Soletrol, Belosol, Logasol) inclusive os mais sofisticados que fazem uso de tubos a vácuo. Essa tabela contemplou, para cada sistema: capacidade em litros de água quente do reservatório, tecnologia usada, preço do sistema completo, a temperatura da água aquecida, principais materiais constituintes do coletor e do reservatório.

Constatou-se também que coletores que conseguem promover e transferir temperaturas mais elevadas (acima de 65°C), geralmente são fabricados com matéria-prima nobre, como o cobre e o alumínio; e são do tipo “fechado” recebendo um isolamento térmico e vedação cuidadosas.

Em seguida procedeu-se à pesquisa de materiais para a confecção de painel coletor solar e também de outros materiais ou tecnologias para produção do reservatório de água quente, ambos para atender ao objetivo deste P&D. Foram definidas condições de contorno desejáveis para balizar as alternativas de solução: materiais baratos, leves, resistentes, facilmente substituíveis, devendo também se constituir idealmente de uma peça única, ou no máximo duas.

A equipe tentou desenvolver um coletor de plástico reciclado oriundo de PET, e outro fabricado em Fibra de Vidro. Várias concepções de protótipos tanto de geometria quanto de processo foram tentadas. As principais dificuldades encontradas foram: o alto preço para se executar um molde (em aço) para confeccionar placa oca de PET e o próprio material que se resseca e pode se danificar ou se deformar quando partes da placa coletora ficavam expostas ao sol sem água em seu interior. Por outro lado foi bastante fácil confeccionar placas coletoras em fibra de vidro, fabricadas por indústria especializada, e foi possível testá-las, mas nenhuma resistiu à pressão da água (menos de 2 metros de coluna) e romperam-se após alguns minutos em operação. Por não ser viável sua fabricação em peça única as duas partes componentes tinham que ser coladas, residindo nesse ponto sua fragilidade; somando-se ao fato de não se conseguir um acabamento interno garantidamente limpo de sobras das fibras.

Foram concebidos e montados três protótipos diferentes de coletor, e também 3 protótipos diferentes de reservatório de água quente para testes e avaliação de desempenho comparativo; e selecionar o mais adequado ou promissor. Aos pares, compoendo 3 sistemas completos, foram colocados num mesmo telhado e testados em operação normal sob as mesmas condições, medindo-se e registrando-se as temperaturas na chegada da água fria a cada coletor, na saída de cada coletor e na chegada da água oriunda do reservatório nos respectivos chuveiros.



Figura 1. Placa de Fibra de Vidro durante os testes de desempenho simul-tâneos nas 3 alternativas de coletores. Ocorreu rachadura e vazamento.

O acompanhamento dessa primeira experiência, bem como nas medições de campo posteriores, foi feito com registro diário do desempenho térmico de cada sistema pelo marcador de temperatura Microsol II Plus Versão 3 alimentando um conversor de dados interface Full Gauge - Conv 256, cujas saídas eram em gráficos como os abaixo.

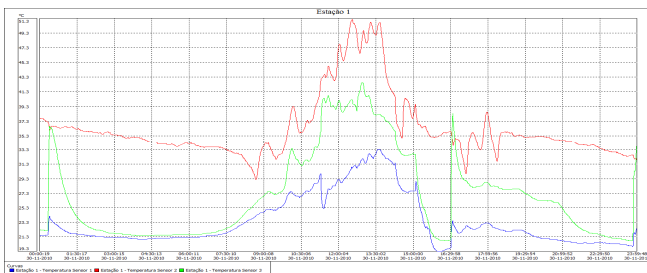


Figura 2. Relatório de saída do sensor de temperatura da água.

Exemplo de informação diária extraída do gráfico em 30/11/2010 - Condição do Tempo no dia: Pouco sol; temperatura máxima no retorno dos coletores: 53,3 °C e temperatura no consumo: 42,0 °C. Onde os sensores são:  
 Vermelho: Temperatura de retorno dos coletores para o reservatório  
 Verde: Temperatura de saída para o consumo dos chuveiros  
 Azul: Temperatura de água fria da caixa d'água que entra no reservatório

Para efeito da escolha dos componentes do protótipo selecionado como o mais adequado técnica e economicamente foram estipuladas condições de contorno a serem atendidas.

Premissa básica: o sistema de aquecimento solar deve ser aderente aos requisitos técnicos constantes do termo de referência da Caixa Econômica Federal para ser aplicável a um critério que tende a se estabelecer como referência nacional.

Para o coletor solar o critério de escolha recaiu em se priorizar o benefício, ou seja, a capacidade de geração de energia uma vez que ele terá que atender ao PBE – Programa

Brasileiro de Etiquetagem uma vez que isso foi estabelecido pelo termo de referência da Caixa Econômica.

Para efeito desse projeto de P&D basta que o coletor atenda à faixa “B” de produção de energia. Essa condição de contorno visa atender à exigência mínima, objetivando-se fazê-lo ao menor custo possível. Área coletora de 1 m<sup>2</sup> para cada 100 litros de água.

Para o Reservatório o volume de água quente foi escolhido de 200 litros para atender à demanda de 4 a 5 banhos diários com duração de 10 a 12 minutos cada, com fluxo de 4 litros/minuto, considerando uso da água aquecida pelo sistema solar e possível complementação do uso de chuveiro, em sistema do tipo híbrido. A temperatura da água do banho foi considerada entre 35 a 38°C, sendo provida pelo sistema solar. Não deve possuir aquecimento auxiliar da água de seu interior. Ser resistente à pressão de trabalho, às intempéries e condições de operação em exposição externa. E também conseguir ser certificado pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem INMETRO para poder atender ao termo de referência da Caixa Econômica Federal.

- Da análise econômica e dos desempenhos técnicos do reservatório decidiu-se priorizar o custo visando equilibrar uma solução que irá atender tecnicamente os requisitos PBE, contando com o melhor coletor e associá-lo a um bom reservatório, não necessariamente o de melhor desempenho entre os confeccionados nessa etapa, mas um de menor custo.

Coletor selecionado: 2 placas fechadas com absorvedor em plástico (polímero polipropileno) de 1 m<sup>2</sup> de absorção solar. Caixa de plástico em PU (Poliuretano semi-rígidos) expandido com abas de alumínio, com placa interna de plástico, fechado com vidro ou plástico translúcido de 3 mm de espessura. A inovação desse coletor de radiação solar está no material do isolamento que é de plástico semi-rígido de composição inédita, e com aditivos exclusivos e características internas também inovadoras caracterizando solução patenteável.

Reservatório selecionado: de material plástico, fabricado por processo de roto-moldagem com parede externa fina em polietileno de média densidade PEMD e interno em PEMD expansivo com função de isolamento térmico. Esse reservatório resulta maleável e leve, similar a uma bolsa térmica mais rígida.



Figura 3. Reservatório de plástico, cortado ao meio durante ensaios.



Figura 4. Vista lateral do reservatório roto-moldado, sem pintura externa.

A seguir realizou-se experiência piloto com fabricação e a instalação de cinco protótipos iguais à melhor solução escolhida para avaliar na prática diária o conforto térmico propiciado pelo sistema e verificar a redução do consumo de eletricidade com o uso do sistema de aquecimento, bem como o comportamento dos componentes. Cada um dos 5 sistemas foi instalado em uma casa do tipo baixa renda.



Figura 5. Instalação de um protótipo sobre a laje da casa.



Figura 6. Leitura do sensor da temperatura da água na saída do reservatório para o chuveiro, em verificação logo após a instalação.



Figura 7. Um dos sensores de monitoramento da temperatura da água.



Figura 8. Verificações procedidas em 05/10/10. Em primeiro plano o reservatório de água quente instalado, na cor original de fabricação sem pintura.

Os 5 protótipos ficaram instalados por três meses, período da 1ª experiência piloto de campo. Todas as instalações foram feitas com uso de suportes fabricados em alumínio, e essa providencia tornou fácil a fixação sob as diversas situações de telhados e lajes e possibilitou que todas as placas coletoras ficassem posicionadas de frente para o Norte.

Durante o tempo do “test drive” avaliou-se os seguintes pontos: constatações, ocorrências, dados obtidos na medição de faturamento da energia elétrica, registros pelos usuários das quantidades de banhos diários e sua duração, preenchimento de informações, adaptação e uso correto dos usuários em relação ao sistema de água quente e uso do misturador.

Durante as visitas mensais, alguns pequenos problemas foram constatados. Dois reservatórios apresentaram pequenos vazamentos (gotejamento) no ponto de apoio da sapata – e foram substituídos e cortados para verificar se era um problema de projeto, ou fabricação, ou de instalação inadequada. Algumas tubulações encontravam-se “em balanço”, tendo como únicos pontos de apoio as duas conexões das extremidades podendo provocar esforços diretamente nos pontos de conexão tubo-reservatório. Movimentação mais forte poderia levar a danos nesses pontos e levar a pequenas Rachaduras junto aos furos das conexões.

Todos os pontos observados são compatíveis com uma 1ª instalação piloto, sendo que alguns foram de fácil reparo imediato, e outros só foram resolvidos na fase de “re-projeto” e melhorias.

Como resultado dessa experiência concluiu-se que:

O Reservatório roto-moldado apresentou aspectos positivos e negativos. O processo de fabricação deste reservatório é simples, necessitando apenas de uma única operação industrial para produção. O conceito de fabricação deste reservatório é inovador, e com potencial de melhorias, o seu desempenho foi satisfatório, porém pode ser melhorado. Como aspecto negativo, identificamos problemas de vazamentos no corpo de alguns reservatórios, o que nos obrigou a efetuar trocas e reparos nas instalações nas residências. A causa dos vazamentos foi identificada e pode ser corrigida por simples mudança na forma de fixação, por fita ao invés de parafusos.

Outra questão a ser melhorada é a eficiência do reservatório na conservação de temperatura durante a noite. Com base principalmente nos valores de temperatura obtida pelos sensores há indicação de perda de calor acima do esperado.

O coletor fechado com absorvedor interno de plástico foi uma grata surpresa quanto ao seu desempenho neste projeto. Em todos os sistemas instalados nas residências, não identificamos problemas de manutenção no coletor, e ainda obtivemos eficiência e performance de absorção solar de alto aproveitamento, resultando em temperaturas da água aquecida com valores próximos daqueles obtidos por coletores com absorvedor metálico e produzidos industrialmente, inclusive com certificações INMETRO – PROCEL.

A etapa seguinte tratou de re-projetar o coletor, e substituir outros componentes do sistema para atender às recomendações oriundas da avaliação da 1ª experiência de campo.

Decidiu-se nesse momento criar duas novas variações do reservatório de água quente, o primeiro tipo com mesmo conceito roto-moldado da 1ª experiência de campo, porém com paredes novas constituídas agora de 3 camadas de material plástico, ao invés de duas camadas do projeto original; o segundo tipo, parte do original (uma “bolsa” de material plástico) e recebeu uma camada externa de espuma plástica isolante térmica e uma folha de acabamento de plástico fino e flexível de material PET.



Figura 9. Nova parede em três camadas de material plástico do novo reservatório, para prover maior isolamento térmico e aumento na eficiência em conservar o calor da água de seu interior.

A primeira camada (externa) de plástico tem uma espessura média de 3 mm. A segunda camada de espuma branca do mesmo plástico, tem uma espessura média de 22 mm. A terceira camada interna de polietileno tem também uma espessura média de 3mm.



Figura 10. Parte interna do reservatório roto-moldado, igual ao projeto original. Esse componente ainda será revestido de mais material isolante.

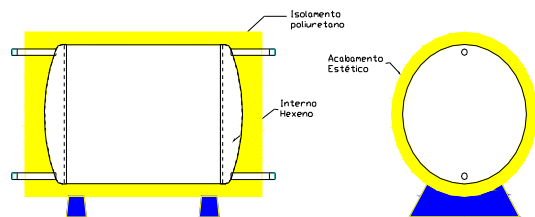


Figura 11. Esquema do 3º tipo de protótipo de reservatório.



Figura 12. Reservatório pronto, após receber uma camada de espuma plástica sobre a "bolsa" térmica da Figura 10, e uma folha fina de acabamento de plástico em material PET na cor branca.

Mesmo tendo-se informado os moradores no início da experiência prática de campo sobre o que foi instalado em suas residências e os objetivos da experiência, e apesar de instruídos no uso do misturador que foi instalado junto ao chuveiro existente em cada moradia, constatou-se que em algumas casas foi abaixo do esperado a redução nas contas de energia, atribuindo-se ao uso incorreto da água quente por parte de algumas pessoas. Com práticas como desprezar o misturador e usar só o chuveiro para aquecer a água, devido à demora entre acionar o misturador e a chegada da água quente; ou fazer uso de outro chuveiro "que era muito mais rápido" do que aquele associado ao reservatório do sistema solar.

Como a experiência de campo pretendia também avaliar a interação dos moradores com a mudança de procedimento para fazer o uso correto do sistema solar, durante os três meses da experiência não foi corrigido o procedimento dos moradores para se poder avaliar seu comportamento e a influência do uso correto no resultado de economia na conta de energia após decorridos meses da instrução inicial.

Da Tabela das Opiniões dos Moradores, resultado da Etapa de avaliação da 1ª experiência prática, pode-se concluir que todos sentiram ou mencionaram a "demora" na chegada da água quente (provida pelo sistema solar) quando acionavam o misturador: "leva muito mais tempo (que o chuveiro)" na percepção deles e essa é uma componente importante na atitude de uso.

Como resultado pode-se afirmar que o acompanhamento e

monitoramento do uso correto do sistema solar, através da evolução mês a mês dos consumos de energia elétrica, durante os meses iniciais é necessária para se conseguir a mudança de hábito (de ligar o chuveiro e ter imediatamente a água quente jorrando) dos moradores, principalmente daqueles que não tem a percepção direta no gasto, como filhos menores ou adolescentes, principalmente em residências onde ambos os pais trabalham fora de casa.

Outra constatação interessante é que essa experiência de campo de alguns meses equivaleria a um "test drive" valioso tanto para avaliar materiais e componentes operando continuamente e para avaliar a interação do usuário com o sistema solar e seu uso; mas não equivale a medir a eficiência do componente reservatório e coletor que é deve ser feita em condições padronizadas e controladas para efeito de se medir a eficiência e o desempenho térmico dos mesmos.

Após o re-projeto foram fabricados 10 unidades correspondentes aos novos tipos de reservatórios projeto, e implementadas suas instalações em casas numa segunda experiência piloto no campo, para proceder a medições de consumo de energia em períodos de uso dos chuveiros para efeito comparativo e extrair as conclusões finais.



Figura 13. Obras durante a instalação do sistema solar de uma residência com cobertura de telha tipo "brasilit" que recobria a laje.



Figura 14. Instalação de sistema com reservatório do tipo 3. A peça de cor laranja apenas cobre uma bóia que tem a finalidade de quebrar a pressão da água que aporta ao sistema.



Figura 15. Instalação da 2ª experiência de campo, concluída, com reservatório e placas sobre suporte de alumínio.

### III. CONCLUSÕES

Em março de 2011 o projeto estava em andamento, com prazo de término para julho do mesmo ano. Os resultados da segunda experiência de campo iniciada em março ainda dependem do acompanhamento de campo por 4 meses, e principalmente dos desempenhos de coletores e reservatórios a serem submetidos aos ensaios normalizados certificadores quanto a suas classificações que estão programados para serem feitos em maio e junho deste ano.

Dos resultados obtidos até o momento pode-se concluir:

As principais melhorias da segunda fase de projeto, ou re-projeto, foram centradas no reservatório, sendo produzidos 2 versões – protótipo 2 e protótipo 3 – em relação ao protótipo 1 utilizado na 1ª experiência de campo. Sendo que: o protótipo 1 é o menos eficiente na conservação de calor e o mais barato dos 3; o protótipo 3 é o mais eficiente dos 3 e quase certo que apresentará desempenho suficiente para ser certificado; mas será o mais caro dos 3; o protótipo 2, feito em uma única operação de fábrica resulta em peça mais barata do que o protótipo 3, porém mais elaborado e mais caro que o protótipo 1.

As duas novas variações de reservatórios que diferem em preço de fabricação objetivam que ao menos um deles venha a apresentar desempenho suficiente para obter certificação INMETRO, uma vez que a Concessionária tem a intenção de vir a adotar esse sistema para programas de eficiência energética e também poderem ser aplicados em programas de habitação de projetos sociais que, em geral tem que apresentar desempenho suficiente para receber selo PROCEL/INMETRO por exigências de órgãos financiadores como, por exemplo, Caixa Econômica Federal no Projeto Minha Casa Minha Vida.

Como as placas coletoras tiveram em sua 1ª avaliação a constatação de que apresentam desempenho satisfatório e

suficiente para serem certificadas em ensaios laboratoriais decidiu-se não ser necessário alterar seu projeto original.

Dez residências com características de habitação de baixa renda foram selecionadas, contemplando-se telhados do tipo laje e outras com cobertura de telhas “brasilit” com objetivo de se testar também os suportes em alumínio, simples e baratos e de fácil confecção, que foram providenciados mesmo não tendo sido previstos originalmente na proposta do projeto. Suas principais funcionalidades são facilitar o posicionamento das placas coletoras de frente para o Norte, e fixar as placas e reservatórios de modo padrão e seguro, sendo aplicáveis nas mais variadas situações, evitando depositá-los diretamente sobre telhas e lajes, o que poderia gerar interferências maiores dessas instalações sobre os telhados existentes.

Em alguns casos de instalação nas casas foi necessário colocar caixa d’água adicional para dar nível adequado em relação à posição do sistema de aquecimento solar (placas coletoras e reservatório de água quente). Em outros casos foram necessárias algumas pequenas obras para evitar interferir com as instalações hidráulicas e/ou elétricas existentes.

Para a 2ª experiência de campo foi informado aos moradores sobre os dispositivos que compõe a experiência em suas residências, os objetivos, e foram também orientados no uso correto do misturador que foi instalado junto ao chuveiro existente em cada moradia para que obtivessem as melhores reduções nas contas de energia elétrica.

Foi comunicado aos usuários que é normal uma demora maior entre acionar o misturador e a chegada da água quente porque o reservatório está mais distante.

Foi previsto o acompanhamento e monitoramento do uso correto do sistema solar, através da evolução mês a mês dos consumos de energia elétrica, para se verificar a efetiva adaptação e mudança de hábito dos moradores e corrigir se necessário.

### IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

#### *Periódicos:*

- [1] I. Hespagnol, “Estudo diz que chuveiro elétrico é opção econômica” *Eletricidade Moderna*, p.20,22, Julho 2009.
- [2] J. A. Alano, (2009, Outubro). Manual sobre a construção e instalação do aquecedor solar com descartáveis. [Online]. Disponível: <http://josealcinoalano.vilabol.uol.com.br/manual.htm>.
- [3] Sema, (2009, Outubro). Programa da secretaria de estado do meio ambiente e recursos hídricos. [Online]. Disponível: [www.pr.gov.br/sema](http://www.pr.gov.br/sema).
- [4] Sociedade do Sol, “Manual de Instrução de manufatura e instalação experimental do aquecedor solar de baixo custo”. Versão 3. [Online], Julho 2009.
- [5] Sunpower. (2009, Outubro). Aquecedor Solar ASBC. [Online]. Disponível: <http://www.redetec.org.br/inventabrasil/asbc.htm>.
- [6] Sistemas de aquecimento solar ideal para cidades litorâneas. (2009, Outubro). [Online] Disponível: [http://ecoproducers.com/magazine/index.php?option=com\\_content&task=view&id=202&Itemid=133](http://ecoproducers.com/magazine/index.php?option=com_content&task=view&id=202&Itemid=133).

- [7] Alo Solar, (2009, Outubro). Manual de Instalação Alo Solar, Edição 2007. (Online). Disponível: [www.alosolar.com.br](http://www.alosolar.com.br).
- [8] Alo Solar, (2009, Outubro). Placas Coletoras. [Online]. Disponível: [www.alosolar.com.br](http://www.alosolar.com.br).
- [9] Alo Solar, (Outubro, 2009). Sistema de Aquecimento Solar para Residência. [Online]. Disponível: [www.alosolar.com.br](http://www.alosolar.com.br).
- [10] Alo solar, (Outubro, 2009). Tanques Térmicos Thermotank. [Online]. Disponível: [www.alosolar.com.br](http://www.alosolar.com.br).
- [11] Soletrol, (2009, Outubro). Aquecedor Solar Max Compacto200L. [Online]. Disponível: [http://www.soletrol.com.br/produtos/aquecedor\\_solar/casas\\_ja\\_construidas/](http://www.soletrol.com.br/produtos/aquecedor_solar/casas_ja_construidas/).
- [12] Cemig, (2009, Novembro). Programa Cemig. [Online]. Disponível: <http://www.cemig.com.br/cemig2008//content/aplicativos/descricao.asp?codigo=595>.
- [13] Abesco, (2009, Novembro). Sistema Híbrido. [Online]. Disponível: <http://www.abesco.com.br/datarobot/sistema/paginas/pagebody2.asp?id=35&msecundario=1699>.
- [14] Gerorgiana. D. S, (2009, Outubro). Aquecedores Solares para comunidade de baixa renda. [Online]. Disponível: <http://georgianadesa.blogspot.com/2009/08/aquecedores-solares-para-comunidades-de.html>.
- [15] Universoll, (2009, Novembro). Aquecedor Solar a Vácuo. [Online]. Disponível: <http://www.universoll.com/>.
- [16] Ultrasolar, (2009, Novembro). Sistema a Vácuo. [Online]. Disponível: <http://www.ultrasolar.com.br/visualiza.asp?id=10>.
- [17] Eletrobrás. Procel, (2009, Novembro). Critérios para a Concessão do Selo Procel de Economia de Energia para Sistemas e Equipamentos para Aquecimento Solar de Água. [Online]. Disponível: <http://www.eletobras.com/elb/procel/main.asp?TeamID={2DEB4057-D085-49A8-A66E-5D946249DC56>.
- [18] Alo Solar, (2009, Outubro). Placas Coletoras. [Online]. Disponível: [www.alosolar.com.br](http://www.alosolar.com.br).
- [19] ProCobre, (2009, Dezembro). Coletor Solar Placa Plana. [Online]. Disponível: [http://www.procobre.org/pr/aplicacoes\\_do\\_cobre/energia\\_solar\\_detalle2.html](http://www.procobre.org/pr/aplicacoes_do_cobre/energia_solar_detalle2.html).
- [20] Gorni, (2009, Dezembro). Dossiê PET. [Online]. Disponível: <http://www.gorni.eng.br/pet.html>.
- [21] Furg, (2009, Dezembro). Embalagens plásticas. [Online]. Disponível: [http://www.furg.br/portaldeembalagens/seis/pet\\_micro.htm](http://www.furg.br/portaldeembalagens/seis/pet_micro.htm).

*Artigos Apresentados em Conferências (Não publicados):*

- [22] Nipe Solar, “Tecnologias, ações e estratégias de disseminação de uso”, Disponível: <http://www.nipeunicamp.org.br/nipesolar/index.php>, Unicamp. (Campinas-SP, 2009, dezembro).

*Dissertações e Teses:*

- [23] L. R. Sprenger, “Aplicação do sistema fechado no aquecedor solar de água de baixo custo para reservatórios residenciais isolados termicamente: concepção e comissionamento de um sistema-piloto de testes”, Dissertação de Mestrado, Univ. Fed. Paraná, Março 2007.
- [24] R. R. Wang, “Cloreto de Polivinil – PVC”, Trabalho apresentado à disciplina de Materiais elétricos, Univ. Fed. Parana, UFPR.