

INSTALAÇÃO DE AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS DE BAIXA RENDA: ESTUDO DE CASO

Fátima A. M. Lino¹, fatimalino@fem.unicamp.br
Kamal Abdel Radi Ismail¹, kamal@fem.unicamp.br

¹Departamento de Engenharia Térmica e de Fluídos – Faculdade de Engenharia Mecânica - UNICAMP, Caixa postal 6122, CEP13084-970, Campinas (SP), Brasil.

Resumo: A partir da crise mundial do petróleo na década de 1970, o Brasil vem tentando diminuir sua dependência em combustível fóssil, diversificando sua matriz energética com fontes alternativas de energia, que atingiu em 2008, 45,4% da oferta interna de energia. Uma das fontes renováveis exploradas é a energia solar captada através dos coletores solares para aquecimento de água. No município de Campinas (SP), o aquecedor solar faz parte do programa de eficiência energética da distribuidora de energia. O programa consiste na instalação de cerca de 1100 aquecedores solares em uma comunidade de baixa renda, com o intuito, entre outros, de reduzir o consumo de energia elétrica. O objetivo deste estudo consiste em analisar a aceitação do programa de eficiência energética de aquecimento solar nessa comunidade, relacionada a introdução da tecnologia com a taxa de consumo (aumento/redução) de energia elétrica. Os resultados mostram que a redução do consumo de EE corresponde a 86% dos 49 domicílios entrevistados. O estudo mostra que em 47% dos domicílios, os moradores entrevistados não sabem utilizar o chuveiro de forma correta para obtenção de água morna durante o banho.

Palavras Chave: energia solar, aquecedor solar, comunidade baixa renda.

1. INTRODUÇÃO

Com a crise mundial do petróleo em 1973 e o subsequente aumento nos preços da eletricidade, o aquecedor solar tornou-se uma importante alternativa energética utilizada para o fornecimento de água quente em piscinas ou para fins domésticos (HINRICHS & KLEINBACH, 2004).

A utilização de aquecedores solares no Brasil, em 2008, abrangia cerca de 730 mil domicílios ou 1,48% das residências. Com esse percentual de adesão, o país teve uma economia de energia elétrica estimada em cerca de 620 GWh. Essa quantidade de energia economizada é suficiente para abastecer cerca de 350 mil casas com consumo mensal de 145 quilowatts (kWh) (ABRAVA, 2008).

A utilização do chuveiro elétrico no país no horário de ponta responde pela construção e operação de 18% de todas as usinas termelétricas construídas no território brasileiro, ou seja, cerca de 12.600 MW de potência. O chuveiro elétrico representa cerca de 47% da demanda de energia residencial no horário de pico. É considerado, portanto, o item mais oneroso na economia doméstica, podendo representar até 60% da conta de luz de uma família (ABRAVA, 2008 & PROCEL, 2009).

Conforme a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), o aquecimento solar da água em substituição ao uso do chuveiro elétrico possibilita a redução entre 30% e 40% do consumo de energia residencial (ABRAVA, 2008).

Para promover o uso racional de energia elétrica, o governo Federal instituiu a Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000, que estabelece às concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica, a obrigatoriedade de aplicação de no mínimo, 0,50% (cinquenta centésimos por cento) de sua receita operacional líquida no desenvolvimento de programas relacionados ao uso final de energia elétrica (ANEEL, 2009).

Atendendo à determinação federal, a distribuidora de energia no município de Campinas (SP) implantou em uma comunidade de baixo poder aquisitivo, o programa de eficiência energética que consiste na instalação de cerca de 1100 aquecedores solares.

Conforme informação técnica disponibilizada nos sites dos fabricantes de aquecedores solares, a redução do consumo de energia elétrica proveniente da substituição do chuveiro elétrico pelo aquecedor solar depende, entre outros fatores, da correta instalação do aquecedor solar em conformidade com as normas técnicas e do acionamento adequado do equipamento de captação de energia solar para aquisição de água morna.

Partindo do pressuposto de que o uso do aquecimento de água solar pode proporcionar uma contribuição energética, econômica, ambiental e social sem alteração da qualidade de vida do consumidor de energia elétrica, considera-se de

grande importância a expansão em massa dessa tecnologia em todo o território nacional visando à obtenção de tais benefícios. Por isso, o objetivo deste estudo consiste em analisar a aceitação de aquecimento solar nessa comunidade relacionada à introdução da nova tecnologia com a taxa de consumo (aumento/redução) de energia elétrica.

2. O AQUECEDOR SOLAR

O mercado mundial de aquecimento solar atinge 41 países, com potência térmica instalada de 98,4 GWh, correspondendo a cerca de 141 milhões de metros quadrados de coletores solares e produção anual de 58.117 GWh (Worldwide, 2004). Nos Estados Unidos, cerca de 7% das novas residências são projetadas para captação de energia solar (HINRICHS & KLEINBACH, 2004).

No Brasil, país caracterizado pelo alto potencial solarimétrico, o aquecedor solar tem sido utilizado desde a década de 1960 e, em 2007, foram contabilizados cerca de 500.000 coletores solares residenciais instalados. No período de 2000 a 2007, a média anual de crescimento da área coletora instalada foi 31,3%. Em 2008, a comercialização e a instalação por metro quadrado aumentou em cerca de 30% (ABRAVA, 2008).

O aquecedor solar é constituído por um aparato de coleta de energia, uma estrutura de armazenamento e um sistema de distribuição. O aquecimento solar para obtenção de água quente pode ser realizado de duas formas diferentes, ou seja, no sistema ativo ou passivo. Um sistema solar ativo se caracteriza pela circulação por um ventilador ou por uma bomba da água ou ar aquecido pelo Sol. O sistema solar passivo dispensa a fonte externa de energia, mas permite que o ar aquecido pelo Sol circule por meios naturais (HINRICHS & KLEINBACH, 2004). A Figura 1 apresenta um sistema solar ativo.

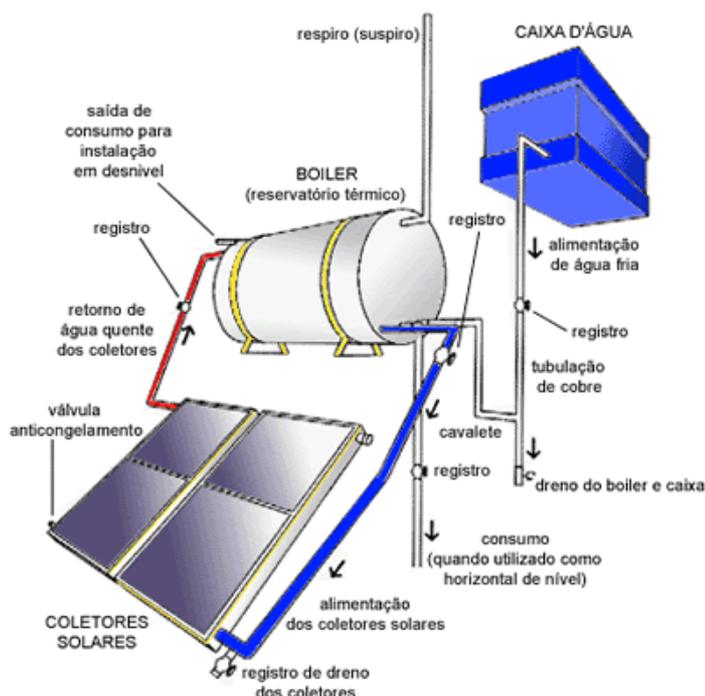


Figura 1. Sistema de aquecedor solar ativo (AS).

Um sistema solar passivo oferece vantagem econômica, especialmente quando utilizado para o aquecimento de ambientes. Casas solares passivas podem economizar em torno de 50% dos custos de aquecimento com a variação de aumento de apenas 1% a 5% sobre os custos de construção. Todavia, as características solares passivas têm que ser integradas ao projeto de edificação desde o início (HINRICHS & KLEINBACH, 2004).

Cerca de 7% das novas residências nos Estados Unidos são projetadas com características solares passivas para fornecimento de água quente em depósitos e usos domésticos (7%) e piscinas (93%) (HINRICHS & KLEINBACH, 2004).

Em São Paulo, a Lei 11.228 de incentivo ao aquecedor solar torna obrigatório o uso de aquecedores solares em todas as novas edificações da cidade, exceto as edificações residenciais com menos de 3 banheiros (ABRAVA, 2008).

3. O MUNICÍPIO DE CAMPINAS (SP) E O CONSUMO DE ENERGIA

Campinas está classificada entre as treze maiores cidades do Brasil com população acima de um milhão de habitantes. É o terceiro maior município do Estado de São Paulo contabilizando uma população de 1.039.297 habitantes, dos quais 98,6% está concentrada na área urbana. Em 2007, o consumo de energia elétrica residencial correspondeu a 347.671 MWh (IBGE, 2009; SEADE, 2009; PMC, 1996).

O consumidor de energia elétrica de baixa renda é identificado por Silva (2009) como aqueles consumidores de classificação tarifária de energia de Baixa tensão (B1), cuja residência tem o consumo mensal de 80 kWh a 220 kWh e que atende aos requisitos necessários para seu enquadramento na subclasse residencial de baixa renda.

4. METODOLOGIA

O levantamento de dados foi realizado com base na aplicação de um questionário com 13 perguntas abertas e com escala em 49 residências de um conjunto habitacional construído pela Companhia de Habitação (COHAB), caracterizado como domicílios de baixa renda, localizado no Bairro Vila Esperança, em Campinas (SP).

O questionário contém perguntas relativas às seguintes informações:

- instrução do morador quanto ao uso adequado do equipamento;
- utilização do AS (aquecedor solar) pelo morador conforme orientação técnica;
- satisfação do morador com o AS;
- quantidade de chuveiro elétrico instalado na residência;
- número de pessoas na residência; e,
- verificação com base na conta de energia elétrica sobre o consumo (aumento ou redução).

Foi usado como critério para aplicação do questionário, residências que utilizavam o aquecedor solar a pelo menos 3 meses. Todas as residências apresentaram sua conta de energia referente ao mês de novembro de 2009 de onde foram extraídos os valores de consumo no período anterior e posterior à instalação do AS. A conta de energia emitida pela concessionária traz um histórico da média de consumo dos últimos 12 meses de seus clientes. Foi estabelecido como padrão para a coleta de informação os consumos referentes aos meses de maio de 2009 (mês anterior à instalação do AS) e novembro de 2009 (mês posterior à instalação do AS).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados mostram que a proporção de domicílios com redução no consumo de EE é bem maior do que os domicílios que obtiveram aumento como mostra a Tabela 1. A redução do consumo em residência com 3 pessoas e com mais de 4 pessoas corresponde a 50%. Em todas as residências, foi registrado o funcionamento de apenas 1 chuveiro que é mantido desligado da energia elétrica por orientação técnica. A Tabela 2 mostra a faixa de consumo (aumento e redução) de EE nos domicílios considerando o número de habitante por residência.

Tabela 1. Quantidade de domicílio por número de habitantes com redução ou aumento do consumo.

Habitante/ domicílio	Número de domicílio correspondente (nº domicílio)	Domicílio com aumento do consumo de EE (nº de domicílio)	Domicílio com aumento do consumo de EE em percentual (%)	Domicílio com redução do consumo EE (nº de domicílio)	Domicílio com redução do consumo de EE em percentual (%)
Um	2	1	50	1	50
Dois	10	3	30	7	70
Três	10	0	0	10	100
Quatro	9	1	11	8	89
Acima de quatro	18	2	11	16	89
Total	49	7	14	42	86

Tabela 2. Quantidade de domicílio por faixa de enquadramento com redução e aumento do consumo de EE.

Nº hab./domicílio	Faixa percentual de aumento de consumo EE (%)				Faixa percentual de redução do consumo de EE (%)				
	0 - 10	11 - 20	21 - 30	Acima de 30	0 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 49	Acima de 50
1	1						1		
2	1	1		1	1		4	1	1
3					1	2	1	4	2
4			1			2	2	2	2
Acima 4				2	2	3	5	4	2
Total	2	1	1	3	4	7	13	11	7

Os dados apresentados mostram que 3% das residências com redução do consumo de energia ultrapassou a faixa de 50%. No geral, a redução abrange as residências com o variável número de habitantes. Considerando o universo de 10 domicílios com 2 habitantes, tem-se que em 4 domicílios a redução do consumo de EE abrange 70% dos domicílios.

A Figura 2 mostra a média mensal de consumo em kWh de EE nos domicílios.

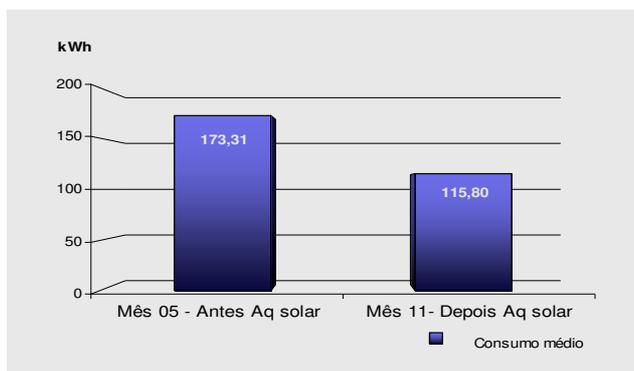


Figura 2. Média de consumo mensal de energia em kWh dos domicílios pesquisados.

Os dados apresentados mostram que a redução do consumo de energia elétrica corresponde a 57,51 kWh, ou seja, cerca de 33%.

Durante a pesquisa, observou-se que alguns consumidores de energia têm como referencial de consumo o valor monetário da sua conta, ou seja, o pagamento efetuado mês a mês. Antes de apresentar o documento solicitado (conta de energia de novembro) os moradores das casas se antecipavam dizendo haver aumento ou redução do consumo. Em alguns casos, moradores durante a entrevista enfatizavam o aumento do consumo de EE em sua residência após a instalação do AS, entretanto, após a leitura da conta era constatada a redução.

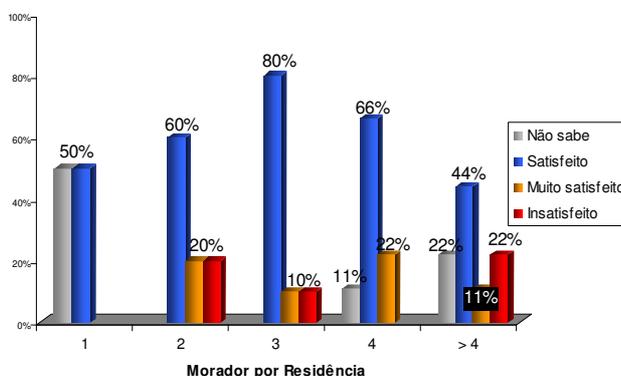


Figura 3. Percentual de aprovação do AS.

Em outra situação, o morador demonstrava satisfação com o AS e mediante a leitura da conta era surpreendido com o aumento do consumo de EE após a instalação do equipamento. Por isso, foi traçado um panorama sobre o grau de satisfação em domicílios por número de habitantes, conforme mostra a Figura 3.

Os dados apresentados mostram que no total de 10 domicílios com 3 habitantes, em 8 domicílios os moradores estavam satisfeitos com o aquecedor solar. Mesmo no universo dos domicílios insatisfeitos com o AS houve redução do consumo EE como mostra a Figura 4.

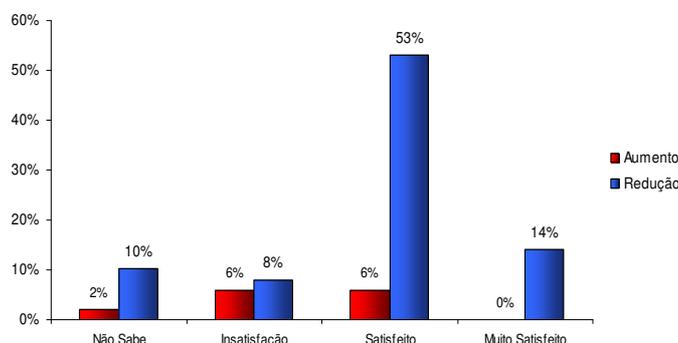


Figura 4. Percentual de satisfação e a relação com o aumento e redução de EE.

Os dados apresentados mostram que a maioria dos domicílios, ou seja, em 36 domicílios no total de 49 domicílios entrevistados se enquadram na faixa dos satisfeitos e muito satisfeitos com o aquecedor solar. Consumidores do aquecedor solar dizem esperar a redução monetária de 50% na conta de EE, conforme orientação que dizem ter recebido dos técnicos da concessionária de energia na implantação do projeto. Em alguns domicílios, moradores demonstraram

indiferença com relação à instalação e uso do aquecedor solar. A Tabela 3 mostra a quantidade de domicílios classificados por categoria de aceitação do aquecedor solar.

Tabela 3. Satisfação do usuário do aquecedor solar.

Hab/domicílio	Total de domicílio correspondente (nº domicílio)	Muito satisfeito (nº domicílio)	Satisfeito (nº domicílio)	Insatisfeito (nº domicílio)	Não sabe (nº domicílio)
um	2	0	1	0	1
dois	10	2	6	2	0
três	10	1	8	1	0
quatro	9	2	6	0	1
mais de quatro	18	2	8	4	4
total	49	7	29	7	6

Os dados apresentados mostram que o total de insatisfeito e indiferente com o aquecedor solar soma-se 6,4%. Durante a entrevista, moradores demonstraram interesse em desligar o aquecedor solar devido aos transtornos obtidos, por exemplo, com o aumento do consumo da água; banho com água muito quente ou gelada e sem alternativa; vazamento na torneira do chuveiro; choque elétrico etc.

Isso demonstra falha técnica na instalação do equipamento que pode se transformar em um sério problema tanto para a empresa fabricante do produto, quanto para a empresa que está instalando os equipamentos e, principalmente, para a concessionária signatária do projeto.

A orientação técnica transmitida aos moradores é que o chuveiro elétrico deve estar sempre na posição desligada. No início do banho, a torneira do chuveiro deve ser primeiramente aberta e, logo após, deve ser aberta a torneira do misturador do AS para regulagem da temperatura da água. Muitos moradores disseram estar agindo em conformidade com as instruções técnicas, no entanto, quando solicitados a descrever os procedimentos na prática, demonstraram desconhecimento sobre o sistema de manuseio do chuveiro. A Figura 5 mostra que, mesmo os moradores que não utilizam o equipamento de forma correta, ainda assim obtiveram redução do consumo de energia elétrica.

Os dados apresentados mostram que no universo de 49 domicílios entrevistados, 23 residências que adotaram procedimento correto obtiveram redução do consumo de EE, contra 19 domicílios que não procederam corretamente com o AS, mas obtiveram redução de EE.

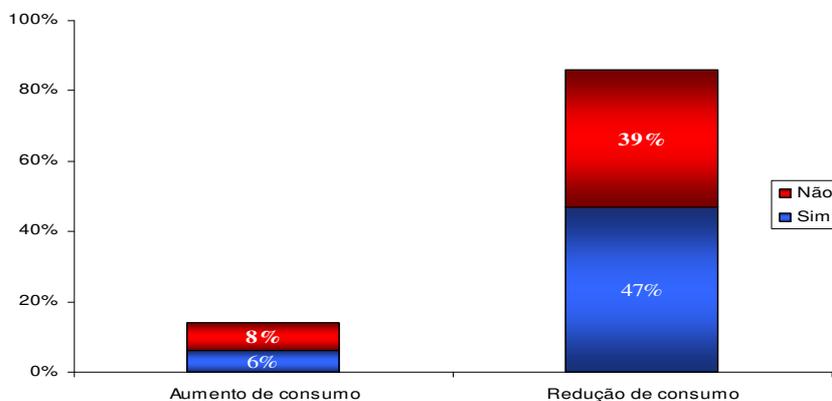


Figura 5. Uso do aquecedor de acordo com a orientação técnica em relação ao consumo

É importante ressaltar que o consumo de energia elétrica está associado também à utilização de outros eletrodomésticos como ferro de passar roupas, geladeira, ventilador, televisão, lâmpadas acesas etc. Informações sobre consumo de energia dos eletrodomésticos podem ajudar na redução do consumo. O chuveiro elétrico é o maior consumidor, mas a pesquisa mostra que, mesmo com o chuveiro desligado, houve incidência de aumento de consumo de energia por utilização de outros energia intensivos.

Os dados apresentados mostram que 26 domicílios utilizaram de forma correta o AS contra 23 domicílios que não utilizaram corretamente. Isso significa que está faltando informação técnica para o consumidor do nicho de aquecedor solar.

6. COMENTÁRIOS FINAIS

Com base em dados da pesquisa, podem-se fazer os seguintes comentários:

1. Dos domicílios entrevistados, foi verificado que 86% reduziram o consumo de energia elétrica (EE) após a instalação do aquecedor solar. O 14% restante teve aumento inesperado de até 30% que pode ter sido provocado por má utilização e entendimento incorreto do equipamento.
2. Na faixa de redução de consumo de EE entre 31% e acima de 50% totalizou 18 domicílios, ou seja, 43% dos domicílios entrevistados.
3. O grau de satisfação declarado corresponde, em média, a 60%. As duas categorias que não sabem ou insatisfeitos somam 27%.
4. Na faixa de satisfeitos e muito satisfeitos, 73% tiveram redução de consumo de EE. Na faixa dos satisfeitos 6% tiveram aumento no consumo de EE. Na categoria dos que não sabem (indiferentes) e insatisfeitos, ambas somam 4% e nesta mesma categoria houve 9% de redução de consumo de EE.
5. Foi comentado nas entrevistas, a existência de problemas operacionais como choque elétrico, vazamento, aumento do consumo de água e também insegurança de alguns dos usuários do equipamento solar sobre o manuseio adequado.
6. O coletor solar pode ser considerado como equipamento que tem impactos positivos energéticos, sociais, ambientais e econômicos e, portanto, merece ser usado em grande escala no país tendo em vista a alta intensidade do sol que é de 1,1 kW/m².

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPQ pelas bolsas de doutorado e do PQ.

8. REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica, ANEEL, 2009. Lei de Eficiência Energética. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>, acesso em: 11 dez. 2009.
- Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – ABRAVA, 2009. A lei solar em São Paulo. Sol Brasil 2008. Disponível em: <http://www.abrava.com.br>, acesso em 15 de set. 2009.
- Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. SEADE, 2009. Consumo de energia nos municípios em 2007. Disponível em: www.seade.gov.br. Acesso em 12 dez. 2009.
- Hinrichs R. A., Kleinbach, M. 2004. Energia e meio ambiente. Thompson.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, 2009. Cidades. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 18 nov. 2009.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, 2002. Pesquisa de Saneamento Básico. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 18 nov. 2009.
- Programa Nacional de Conservação de Energia. Procel, 2009. Tabela de consumo de energia. Disponível em: <http://www.procel.gov.br>, acesso em 11 de dez. 2009.
- Silva, A . L. R., 2009. Marketing energético: estratégias competitivas na energia. Rio de Janeiro: Synergia.
- Worldwide, 2006. Report Solar Heating. Markets and contribution to the energy supply 2004. IEA Solar Heating & Cooling Programme. Disponível em: <http://www.worldwide.com>. acesso em 19 de Nov. 2009.

9. Direitos autorais

Os autores declaram que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso, incluído no seu trabalho.

SOLAR WATER HEATING KITS INSTALLED IN A POOR RESIDENTIAL AREA: A STUDY CASE

Fátima A. M. Lino, fatimalino@fem.unicamp.br¹

Kamal Abdel Radi Ismail, kamal@fem.unicamp.br¹

¹Departament of Thermal and fluids Engineering-Faculty of Mechanical Engineering-UNICAMP, P.O.Box 6122, CEP13084-970, Campinas (SP), Brazil.

Abstract: Since 1970 when the world realized that energy is a type of merchandise that can be used to bargain and threat to achieve specific objectives of the owners of the petroleum wells. These facts alerted the world scientific and political organization of the urgent necessity for feasible substitutes to attenuate the threat and impositions of the OPEP organization. Among the most successful projects are those involving the solar source. Research activities and developments covered all areas of solar energy applications including low, medium and high temperature collectors, solar cells, direct and indirect water heating and cooling and many other fields and applications. In Brazil due to this international impact, the Brazilian energy matrix changed fundamentally turning to be around 45,4% from other alternative resources as biomass, wind and solar energy. This last was widely used for a great number of applications including principally hot water as substitute for electric showers as in Australian and many Asian countries. This wide expansion is due mainly to factors such as price, dominated technology, easiness to install and simple control equipments. A great number of collective programs organized by the local state governments offered water heating and solar cell kits for poor families and population in isolated areas in the country, as in Pernambuco, Maranhão and many others. A similar program was implemented by the regional electric energy concessionary in Campinas in 2009. This program had to install 1100 solar water-heating kits in poor communities with the objective of reducing electric energy consumption. This paper presents a technical study to evaluate the positive and negative impacts of this initiative. In this study, 49 residences were visited and the residents were interviewed including a technical evaluation of the system operation. As a result, 86% had reduction in their electric bills, 47% could not use the new equipments correctly and 14% are not satisfied with the new equipments.

Keywords: *Solar energy; solar kit; Low income community.*