

# CONSTRUÇÃO E INSTALAÇÃO DE COLETORES SOLARES TÉRMICOS, COM MATERIAIS RECICLÁVEIS, EM COMUNIDADES DE BAIXA RENDA

**Carlos Eduardo Leal** – [ceduardo\\_leal@yahoo.com.br](mailto:ceduardo_leal@yahoo.com.br)

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia

**José Carlos Xavier** – [xavier@uerj.br](mailto:xavier@uerj.br)

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Física

**Luis Chiganer** – [achiganer@uva.br](mailto:achiganer@uva.br)

Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia

**José Alcino Alano** - [josealcinoalano@ibest.com.br](mailto:josealcinoalano@ibest.com.br)

**Valdoli Nunes de Aguiar** – [valdolina@celesc.com.br](mailto:valdolina@celesc.com.br)

CELESC Distribuição S.A. – Centrais Elétricas do Estado de Santa Catarina

5103 – Energia Solar e Ambiente Construído (Arquitetura Sustentável & Energia Solar)

**Resumo.** *A crescente preocupação mundial a respeito dos impactos ambientais, econômicos e sociais associados às mudanças climáticas globais tem requerido, cada vez mais, o desenvolvimento de novas tecnologias limpas, o uso de recursos naturais renováveis e mudanças de hábitos da sociedade moderna. Esses fatores são fundamentais para a garantia da sobrevivência da biodiversidade no planeta, e da construção de uma sociedade economicamente próspera, socialmente justa e ambientalmente responsável. Segundo esse modelo de sustentabilidade a ser construído, apresentamos neste trabalho um projeto de eficiência energética, baseado na construção e implantação de coletores solares térmicos para aquecimento de água, produzidos com materiais recicláveis (PET e TetraPak), e outros materiais de baixo custo, em particular, em residências de comunidades de baixa renda.*

**Palavras-chave:** *Energia Solar, Coletor Solar Térmico, Materiais Recicláveis, PET e Tetrapak.*

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com os recentes resultados apontados pelo 4º Relatório do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), as ações antrópicas têm sido responsáveis pelas principais mudanças climáticas globais ocorridas nas últimas décadas, conforme *site* [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). O esgotamento dos recursos naturais, a poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos, o aquecimento global, entre outros impactos mundiais, têm contribuído para aumentar, ainda mais, o enorme abismo sócio-econômico entre os diferentes povos e nações do planeta. Diante dessa crise, surge como caminho para restabelecer o equilíbrio entre as dimensões: econômica, social e ambiental em escala mundial, o conceito de sustentabilidade. Este conceito introduzido pela Comissão Brundtland, em 1987, envolve de forma holística as dimensões ambiental, social, tecnológica, política, cultural e econômica (Trigueiros, 2003). Essa crise mundial pode ser mitigada a partir da substituição das matrizes energéticas atuais, baseadas na queima de combustíveis fósseis, pelo uso de energias renováveis livres de emissão de CO<sub>2</sub> e outros gases estufa. A questão torna-se mais grave, pelo fato de que a ausência de um posicionamento eficaz nessa direção poderá tornar inócua toda e qualquer tentativa humana em reduzir, num futuro próximo, os impactos decorrentes do aquecimento global, o que causará, certamente, danos irreversíveis à economia mundial, à estabilidade social e à qualidade de vida no planeta.

Conseqüentemente, a construção de um cenário de sociedade sustentável, i.e., economicamente próspera, socialmente justa e ambientalmente responsável, passa fundamentalmente pela utilização de fontes alternativas de energias renováveis, pelo desenvolvimento de novas tecnologias, e da adoção de programas de eficiência energética. Com isso, espera-se atender a uma das propostas estruturantes da construção da sustentabilidade em nível global, isto é a inclusão tecnológica das pessoas que vivem sob condições econômicas mínimas e que não têm como pagar pelos benefícios das inovações tecnológicas, e assim permitir a inclusão social dessas pessoas no mundo moderno.

Em meio a alguns dos insumos fundamentais para a melhoria da qualidade de vida no século XXI, incorrem soluções para o binômio água-energia, e é exatamente neste sentido que apresentamos neste trabalho o desenvolvimento de um dispositivo de captação de energia solar e sua conversão em energia térmica para aquecimento de água, utilizando materiais descartáveis e outros materiais de baixo custo, para instalação em residências populares de baixa renda e instituições sociais.

## 2. COLETORES SOLARES TÉRMICOS

Desde o ano de 1767 são conhecidas experiências com coletores solares para aquecimento de água. Um aquecedor composto de tanques de cobre que ficavam dentro de uma caixa de madeira, com isolamento térmico e vidro na cobertura, foi patenteado por Clarence Kemp, entretanto esse coletor apresentava baixo rendimento, pois apresentava grande dissipação de calor, à noite, para o meio externo. Tal fato motivou William Bailey, a patentear um outro modelo de aquecedor solar muito parecido com os modelos industriais usados atualmente, ver [site www.soletrol.com.br/educacional/historia](http://www.soletrol.com.br/educacional/historia). Apesar de estar bastante difundida a tecnologia de construção de aquecedores solares industriais, com uma forte tendência de redução de custos nos dias atuais, sua adoção em comunidades de baixa renda, ainda se mostra inviável economicamente, pois os custos para residências com quatro moradores tem sido da ordem de US\$ 3.000, (US\$ 1,00 ≈ R\$ 2,00), e com retorno do investimento para mais de cinco anos. No Brasil, o fator econômico, o período de retorno do investimento, e principalmente, a falta de uma política pública de incentivo a adoção da substituição de nossa matriz energética por energias renováveis são fatores limitadores de desenvolvimento e de uso de equipamentos de energia solar em nosso país.

O funcionamento básico de um sistema constituído de coletor solar e reservatório térmico para aquecimento e armazenamento de água, por meio de termosifão, pode ser verificado nas Figs 1 e 2, ver [site www.hidrosolar.com.br](http://www.hidrosolar.com.br). A Fig. 1 representa a configuração com um sistema de armazenamento específico, do tipo *boiler*, para a água aquecida, e outro para a água fria (caixa de água), por outro lado a Fig. 2 descreve uma situação mais simples com um único reservatório para a água, no qual a água aquecida, após a passagem pelo coletor, fica depositada na parte superior do reservatório (caixa de água) enquanto a água mais fria e mais pesada se posiciona na parte inferior da caixa. A utilização de um caso ou do outro dependerá não só de algumas condições específicas do local de instalação, mas também das condições financeiras do usuário.

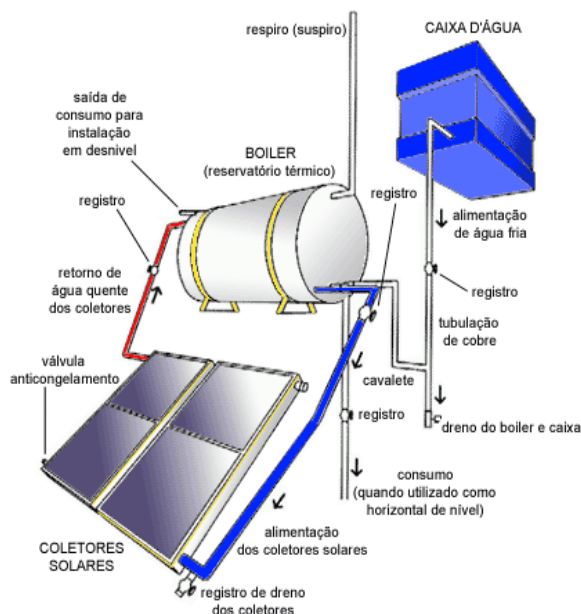


Figura 1 – Coletor solar por termosifão com um reservatório de água fria e outro para água quente.



Figura 2 – Coletor solar por termosifão com um reservatório de água.

### 2.1 Coletor Solar com Materiais Recicláveis

No Brasil, cerca de 80% das residências utiliza chuveiro elétrico, e no caso das residências de comunidades de baixa renda o uso do chuveiro elétrico responde por até 30% do valor das contas de energia elétrica. Diante desse cenário, apresentamos neste trabalho a construção de um modelo de coletor solar térmico, para aquecimento de água, produzido com materiais recicláveis e de baixo custo (tubos em PVC, caixas acartonadas Tetrapak e garrafas PET pós-consumo) e que apresenta uma relação custo/benefício extremamente competitiva se comparado aos modelos industriais.

Nas Figs 3, 4, e 5, apresentamos os materiais básicos utilizados na fabricação desse coletor térmico plano de baixo custo e que tem como base o modelo original proposto e registrado no INPI, por José A. Alano, ver [site www.josealcinoalano.vilabol.uol.com.br/manual.htm](http://www.josealcinoalano.vilabol.uol.com.br/manual.htm).



Figura 3 – Tubos de PVC – 20 mm

Figura 4 – Caixas acartonadas Tetrapak

Figura 5 – Garrafas de PET

A análise dos fenômenos físicos que caracterizam o aquecimento da água num coletor solar térmico produzido com materiais recicláveis é bastante simples (Boeker e Van Grondelle, 1996): o primeiro processo físico conhecido como radiação de corpo negro (Eisberg e Resnick, 1979), denota a absorção da radiação solar nas placas acartonadas das embalagens *Tetrapak* e na tubulação de PVC, ambos pintados de preto, a fim de melhorar a absorção da radiação incidente. Em seguida, se verifica o princípio do efeito estufa, no qual a radiação ultravioleta (UV) proveniente do sol penetra através das garrafas *PET*, é absorvida pelas placas acartonadas, e transformada em radiação infravermelha (IV). A radiação IV, por sua vez, não atravessa de volta a camada do plástico, ficando retida no interior das garrafas PET na forma de calor. Assim, essa energia térmica é então, transferida para a massa de água que circula nas colunas de PVC do coletor (tubos e conexões), que acaba fluindo para o reservatório de água, por meio do processo de termosifão.

A Fig. 6 mostra a construção de um coletor solar, de quatro módulos (100 garrafas PET) feito com os materiais recicláveis descritos acima, adequado ao consumo diário de uma residência com dois moradores.



Figura 6 – Coletor solar com materiais recicláveis – 100 garrafas PET (quatro módulos)

Esse sistema além de simples e de baixíssimo custo, quase não necessita de manutenção, sendo que a circulação, nesse caso, ocorre com o aquecimento da água que se dilata, tornando-se menos densa, sendo então empurrada, naturalmente, pela água fria, para cima, até o reservatório térmico, onde é armazenada. O processo ocorre continuamente sempre que a água do coletor estiver em uma temperatura superior à do reservatório térmico.

O dimensionamento e o posicionamento das estruturas a serem instalados nos telhados das residências, assim como a quantidade de material utilizado na fabricação dos coletores, devem atender às características e demandas

existentes no local da instalação, tais como: a posição do coletor solar em relação ao norte geográfico, o ângulo de inclinação em relação à latitude local, a insolação diária em cada época do ano, e a temperatura inicial da água para o aquecimento. Outro fator fundamental a ser considerado no dimensionamento dos coletores é a área de absorção de energia solar dos coletores, que deve ser diretamente proporcional ao número de pessoas que utilizarão água aquecida para uso doméstico, principalmente para banhos. O aquecimento de água por meio de coletores solares produzidos com materiais recicláveis, em substituição ao uso de chuveiro elétrico, pode ser responsável por uma redução de até 30% no valor da conta de energia elétrica em comunidades carentes.

Da mesma forma, comunidades que sofrem com o não atendimento regular do fornecimento de energia elétrica convencional, podem ser, também, objeto de estudo para instalação desses coletores solares térmicos e/ou outras fontes de energias. Neste sentido, a implementação do projeto de coletores solares com materiais recicláveis atende basicamente às seguintes questões:

- ◆ substituição do uso do chuveiro elétrico por um coletor solar térmico, de baixo custo, para aquecimento da água para banho e/ou cozinha;
- ◆ redução do consumo de energia elétrica convencional e sua substituição por fonte de energia renovável;
- ◆ redução do gasto com conta de energia elétrica, por parte dos moradores, aumentando a renda familiar;
- ◆ melhoria da climatização no interior das residências, pela absorção/emissão do calor incidente nos telhados, pelos coletores;
- ◆ reutilização de materiais descartáveis *PET* e *TetraPak*, segundo a metodologia dos 3R's;
- ◆ diminuição do montante da destinação final dos resíduos sólidos (garrafas *PET* e embalagens acartonadas do tipo *TetraPak*);
- ◆ aumento do tempo de vida dos aterros sanitários/controlados ou lixões, onde são despejados esses resíduos;
- ◆ contribuição para o fortalecimento do conceito de sustentabilidade nas localidades, onde o projeto for implementado.

## 2.2 Características do coletor solar produzido com materiais recicláveis

As Tabs. 1 e 2 apresentam as características e propriedades físicas de um coletor solar térmico plano construído com materiais recicláveis e dimensionado com 2 (dois) módulos, para o consumo de 50 (cinquenta) litros de água, para o banho de 1 (uma) pessoa. No manual de construção de aquecedores solares com materiais recicláveis *PET* e caixas acartonadas *Tetrapak* (Manual Aquecedor Solar, 2006) encontra-se a descrição passo-a-passo de sua fabricação.

Tabela 1 - Especificações de um coletor solar com materiais recicláveis com dois módulos

Área de absorção do coletor solar - 2 módulos	1,0 m <sup>2</sup>
Quantidade de garrafas <i>PET</i> (2,0 l)	50
Quantidade de caixas tipo <i>TetraPak</i>	50
Quantidade Tubos <i>PVC</i> (20 mm)	12 m
Quantidade de Conexões <i>PVC</i> tipo T (20 mm)	20
Quantidade de Conexões <i>PVC</i> tipo Tampão (20 mm)	1
Quantidades de Conexões <i>PVC</i> tipo L (20 mm)	1
Volume de água no interior de 2 módulos do coletor solar	3,7 litros

Tabela 2 – Quadro comparativo do uso de chuveiro elétrico *versus* coletor solar com recicláveis

Potência média de um chuveiro elétrico residencial	4.400 W
Tempo médio por banho	5 min
Energia consumida por banho	0,4 KWH
Custo de energia elétrica por banho	US\$ 0,08
Custo de energia por banho por pessoa por mês	US\$ 2,50
Consumo de água por banho por pessoa	50 litros
Temperatura da água (chuveiro – posição Quente)	32° C
Temperatura média da água (saída do coletor solar)	≈ 50° C

Em consequência da latitude do local, da temperatura inicial da água e da diferença de temperatura entre as estações do ano devido à variação da radiação solar ao longo do ano, a eficiência térmica do coletor solar pode apresentar variações desde um valor máximo médio de 52° C, no verão, com uma exposição solar de 6 (seis) horas diárias, a um valor máximo em torno de 40° C, no inverno, com uma exposição diária de 5 (cinco) horas. Na Tab. 3 são apresentadas algumas relações entre o número de módulos de coletores solares, a quantidade de garrafas *PET* e de caixas *Tetrapak*, a área de absorção do coletor e o número de pessoas a se beneficiarem de água aquecida com uma média de um banho por dia.

Tabela 3 – Características dos coletores solares construídos em relação ao número de pessoas beneficiadas

Nº módulos	Nº garrafas PET e caixas Tetrapak	Área do coletor	Nº pessoas atendidas
2	50	1,0 m <sup>2</sup>	1
4	100	2,0 m <sup>2</sup>	2
8	200	4,0 m <sup>2</sup>	5
20	500	10,0 m <sup>2</sup>	15
40	1000	20,0 m <sup>2</sup>	40

Embora cada projeto de construção dos coletores solares deva atender às características específicas de cada região e do próprio local a ser instalado, é possível dimensionar a capacidade dos coletores na seguinte proporção: relação 1:1:1, ou seja, uma garrafa PET e uma caixa Tetrapak para cada 1 (um) litro de água a ser aquecida. Entretanto, sistemas dimensionados com mais de 500 garrafas apresentam maior eficiência e podem ser descritos por uma nova relação de no mínimo 1:1:1,5. A Tab. 4 apresenta relações referentes ao dimensionamento dos coletores e um levantamento do custo médio de fabricação dos painéis solares produzidos com materiais recicláveis. Um aspecto importante no dimensionamento do coletor solar em relação ao volume do reservatório de água, diz respeito à necessidade de limitação da temperatura da água no coletor em 55<sup>o</sup> C, de modo a não ultrapassar a capacidade de rigidez dos tubos de PVC, o que poderia implicar num amolecimento dos tubos comprometendo a estrutura do coletor solar, causando vazamentos e conseqüentemente reduzindo a eficiência do dispositivo. Em situações especiais podem ser utilizados tubos de termoplásticos, que apresentam maior rigidez sob temperaturas acima de 55<sup>o</sup> C, entretanto, isso implicaria num aumento no custo final do projeto.

Tabela 4 – Custo médio de fabricação e dimensionamento dos módulos dos coletores solares

Nº MÓDULOS	Nº GARRAFAS PET E CAIXAS TETRAPAK	VOLUME DA CAIXA D'ÁGUA	CUSTO DE FABRICAÇÃO
8	200	300 litros	US\$ 120
20	500	800 litros	US\$ 300
40	1000	1700 litros	US\$ 600

Nas seções seguintes descrevemos os projetos de construção e instalação de coletores solares com materiais recicláveis em duas localidades distintas, a saber: em uma residência em Vila Dois Rios, Ilha Grande, no estado do Rio de Janeiro e numa creche no bairro Monte Cristo, na cidade de Florianópolis, em Santa Catarina.

### 2.3 Estudo de Caso: Comunidade de Vila Dois Rios, Ilha Grande, RJ

A Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, por meio de seus pesquisadores e corpo discente, realiza pesquisas ambientais em seu Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável – CEADS/UERJ que funciona em Vila Dois Rios, Ilha Grande, no estado do Rio de Janeiro. A localidade apresenta uma grande deficiência em seu abastecimento de energia elétrica, o que resulta em uma série de situações desconfortáveis para a comunidade de moradores e visitantes. No intuito de mitigar os impactos dessa carência do sistema elétrico convencional e melhorar a qualidade de vida de seus habitantes, em meados de 2007, foi dado início, nesta localidade, ao projeto de desenvolvimento de coletores solares térmicos, de baixo custo, para aquecimento de água. Ao longo dos meses realizamos uma série de testes de funcionamento dos coletores e fabricação de protótipos.

De acordo com a Fig. 7, podemos verificar o comportamento da temperatura da água no reservatório térmico em função do tempo de exposição e absorção solar do protótipo de um coletor com apenas 1 (um) módulo. Observamos que os perfis da variação da temperatura ambiente e do reservatório térmico apresentam o mesmo padrão de comportamento, atingindo um valor máximo no intervalo compreendido entre 11h e 14h 30 min, o que representa o período do dia de maior índice de radiação solar, i.e., quando o sol atinge sua altura máxima em relação ao horizonte. Este fato torna completamente viável a instalação de coletores na maioria das residências de Vila Dois Rios (latitude 23<sup>o</sup> sul) uma vez que os telhados estão ensolarados nessa faixa horária do dia durante todo o ano. Entretanto, como grande parte do consumo da água aquecida, por esses coletores solares é destinado para banho dos moradores ao final do dia, é desejado que o equipamento apresente a menor perda possível de calor, tanto no absorvedor quanto no reservatório térmico, durante o horário noturno, por meio dos processos de condução, convecção e/ou radiação do calor.

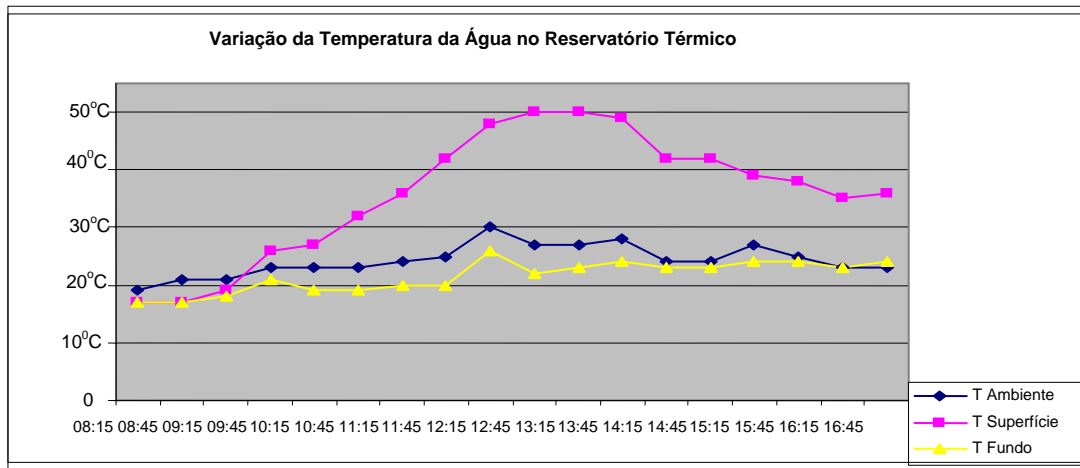


Figura 7 – Evolução da Temperatura no reservatório térmico (50 l) – CEADS/UERJ em 5/5/2007 (Outono)

A Fig. 8 descreve o comportamento de absorção da radiação solar pelas placas acartonadas das embalagens Tetrapak utilizadas como absorvedores térmicos em nossos equipamentos. As embalagens Tetrapak têm em sua constituição 5% de alumínio, 20% polietileno e 75% celulose. Como era de se esperar, observamos que quando as embalagens estão pintadas com tinta preta, seja com a face acartonada ou a face metálica exposta à radiação solar, o comportamento da temperatura em suas superfícies, em ambos os casos, é superior aos valores registrados sobre as faces não pintadas das caixas Tetrapak.

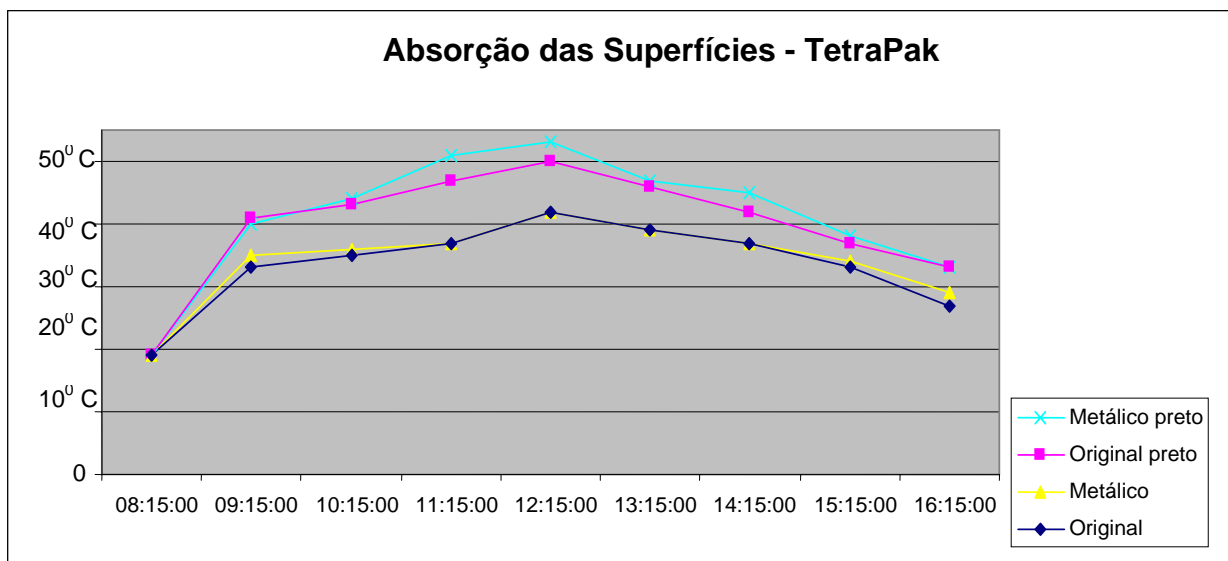


Figura 8 – Absorção térmica na superfície das embalagens acartonadas Tetrapak

Assim como no caso do reservatório térmico, o absorvedor no coletor solar apresenta perdas de energia por radiação, durante a noite, onde ele passa a ser um irradiador prejudicando o desempenho do sistema de armazenamento. Estudos nesse sentido estão sendo elaborados de modo a reduzir as perdas de energia nesse sistema de aquecedores solares com materiais recicláveis, que será objeto de investigação numa etapa futura.

Na Fig. 9 apresentamos a instalação de um coletor solar do tipo desenvolvido neste projeto, constituído de quatro módulos, em uma residência em Vila Dois Rios, Ilha Grande, RJ.



Figura 9 - Coletor solar com materiais recicláveis instalado em residência em Vila Dois Rios, Ilha Grande, RJ

O projeto piloto na comunidade de Vila Dois Rios está sendo acompanhado e medições *in loco* estão servindo de base para medidas corretivas e ampliação do projeto de instalação desses coletores para atendimento às demais residências da localidade.

#### 2.4 Estudo de Caso: Creche Chico Mendes, Florianópolis, SC

Com o apoio do Programa de Responsabilidade Social da empresa CELESC Distribuição S.A. de energia elétrica do estado de Santa Catarina, os autores (J.A.A e V.N.A) têm desenvolvido projetos de construção de coletores solares de grande porte com cerca de 1.000 (mil) garrafas PET e caixas Tetrapak. Em particular, no início de 2008, foi instalado um conjunto de coletores solares, dessa magnitude, na *Creche Chico Mendes*, no bairro Monte Cristo, em Florianópolis, SC. A creche *Chico Mendes* atende a cerca de 130 (cento e trinta) crianças de 1 a 6 anos, numa região formada por comunidades de baixa renda, proporcionando uma média de 30 a 40 banhos/dia e servindo aproximadamente 550 (quinhentos e cinquenta) refeições diárias a essas crianças.

O projeto de dimensionamento dos coletores solares, com 1.000 garrafas PET e caixas Tetrapak, possui uma área de absorção solar de cerca de 20 m<sup>2</sup>, e foi disposto numa configuração em série sobre a área livre de um dos telhados da creche, ver Fig. 10. Esse dimensionamento e a sua disposição permitem o atendimento eficaz de água aquecida para um reservatório de 2.000 litros de água, que supre tanto a necessidade de água aquecida para banhos como também das atividades da cozinha da creche. A Fig. 10 apresenta a montagem dos coletores, na creche, enquanto a Fig. 11 exhibe a estrutura final instalada e já em funcionamento, desde o início de 2008.



Figura 10 – Montagem dos coletores na Creche Chico Mendes, Florianópolis, SC



Figura 11 – Coletores solares, com 1.000 garrafas PET, instalados na Creche Chico Mendes, Florianópolis, SC

O ótimo rendimento térmico apresentado pelo dispositivo solar instalado, associado ao seu baixo custo de fabricação e instalação, e a verificação de uma significativa redução dos gastos mensais com energia elétrica nessa creche tem-se tornado, entre outras iniciativas, um marco referencial a ser replicado ao maior número possível de residências e instituições. Para isso, é fundamental a participação conjunta da sociedade civil organizada, o apoio de empresas privadas e das instituições governamentais, que garantam a concretização de iniciativas em prol da melhoria da qualidade de vida das pessoas, da climatização das residências, da eficiência energética, da responsabilidade social, e consequentemente do desenvolvimento sustentável local.

### 3 COMENTÁRIOS FINAIS

Ao longo deste trabalho, mostramos a construção de coletores solares térmicos de baixo custo produzidos com materiais descartáveis para aquecimento de água para uso doméstico. Escolhemos a pequena comunidade de Vila Dois Rios, Ilha Grande, no Estado do Rio de Janeiro, onde se localiza o CEADS/UERJ, para uma experiência piloto e na creche Chico Mendes que atende crianças de uma comunidade carente em Florianópolis, no Estado de Santa Catarina. As expectativas quanto aos resultados desse projeto refletem, por exemplo, uma iniciativa de diminuição da dependência de fornecimentos de energia elétrica deficientes em determinadas localidades, assim como, um incentivo ao desenvolvimento de boas práticas de sustentabilidade, a redução dos impactos ambientais da destinação final de resíduos sólidos recicláveis em aterros sanitários (lixões), a redução do consumo de energia elétrica nos lares, atendimento a um programa de eficiência energética local, melhoria da qualidade de vida dos moradores, sensibilização da comunidade local acerca dos problemas ambientais globais e suas implicações no dia-a-dia da sociedade.

Em relação à durabilidade desse tipo de coletor solar, construído a partir de materiais com grande durabilidade como as garrafas PET, tem sido verificado que as primeiras instalações ocorridas há mais de 6 (seis) anos, ainda não apresentaram nenhuma necessidade de substituição de qualquer de suas partes (Manual Aquecedor Solar, 2006). Entretanto, mesmo que isso venha a ocorrer, é de fácil observação que o custo de manutenção seria desprezível, principalmente se comparado a qualquer modelo industrial existente. O modelo aqui exposto, assim como, outros tipos de aquecedores solares térmicos artesanais, ver *site* [www.inova.unicamp.br/inventabrasil](http://www.inova.unicamp.br/inventabrasil), têm como finalidade básica a conversão de energia solar em térmica, a partir de estruturas de baixo custo, voltada para atendimento das necessidades de comunidades carentes.

Acreditamos ainda, que à medida que as futuras etapas das fases operacionais do projeto sejam concluídas, poderemos dispor de outros dados e resultados significativos que demonstrem ainda mais a viabilidade, a praticidade de fabricação e instalação, e a melhoria do desempenho do equipamento. Além disso, em função de suas inúmeras vantagens, é esperada uma expansão da instalação desses coletores em residências e instituições sociais de comunidades carentes em várias localidades brasileiras, tal como já se verifica no Estado do Paraná, onde mais de 3.000 (três mil) dispositivos dessa natureza já foram instalados em residências, segundo a Secretaria de Meio Ambiente do Paraná, ver *site* [www.meioambiente.pr.gov.br](http://www.meioambiente.pr.gov.br).

#### *Agradecimentos*

Os autores C.E.L. e J.C.X. agradecem a Profa. Dra. M. Cadei pela hospitalidade durante as visitas técnicas ao CEADS/UERJ, em Vila Dois Rios, Ilha Grande, RJ; e J.A.A. agradece ao apoio da CELESC Distribuição S.A.

#### **REFERÊNCIAS**

- Boeker, E., Van Grondelle, R., 1996, Environmental Physics, John Wiley & Sons.  
Disponível em <<http://www.hidrosolar.com.br/>>  
Disponível em <<http://www.ipcc.ch/>>  
Disponível em <<http://www.meioambiente.pr.gov.br>>  
Disponível em <<http://www.soletrol.com.br/educacional/historia/>>  
Disponível em <<http://www.inova.unicamp.br/inventabrasil/>>  
Disponível em <<http://www.josealcinoalano.vilabol.uol.com.br/manual.htm>>  
Eisberg, R., Resnick, R., 1979, Física Quântica: átomos, moléculas, sólidos, núcleos e partículas, Campus.  
Manual Aquecedor Solar, 2006, Programa Celesc de Responsabilidade Social, Celesc Distribuição S.A.  
Trigueiros, A., 2003, Meio Ambiente no Século 21, Sextante



**Abstract.** *The growing global concern about environmental impacts, economic and social associated with global climate change is required, increasingly, the development of new clean technology, the use of renewable natural resources and changes in habits of modern society. These factors are key to ensuring the survival of biodiversity on the planet, and construction of a society economically prosperous, socially just and environmentally responsible. Under that model of sustainability to be built, this work presents an energy efficiency project, based on the construction and deployment of solar thermal collectors for heating water, produced with recyclable materials (PET and TetraPak), and other materials at low cost, to replacement of the use of electric shower in the homes of low-income community.*

**Keywords:** *Solar Energy, Solar, Thermal Collector, Recyclable Material.*