

## PROMOÇÃO DO USO DE AQUECEDOR SOLAR DE ÁGUA DE BAIXO CUSTO PARA AS POPULAÇÕES RURAL E URBANA DE BAIXA RENDA DA REGIÃO DA ALTA PAULISTA

*Luís Roberto Almeida Gabriel Filho<sup>1</sup>  
Fernando Ferrari Putti<sup>2</sup>  
Camila Pires Cremasco<sup>3</sup>  
Danilo Florentino Pereira<sup>4</sup>  
Leonardo de Barros Pinto<sup>5</sup>  
Maicy Andrade dos Santos<sup>6</sup>*

### RESUMO

O uso de sistemas que utilizam a tecnologia de aquecimento de água por coletores solares possuem custos elevados e são inviáveis economicamente para a população de baixa renda. Estes aquecedores constituem uma tecnologia adequada aos climas tropicais e subtropicais para aquecer a água do banho através da energia presente na luz solar. O desenvolvimento de aquecedores solares convencionais está presente no mercado e sua aceitação ainda é pequena, devido ao alto custo. Todavia, Aquecedores Solares de Baixo Custo vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos para o atendimento de uma possível demanda consumidora, que além de utilizar uma energia renovável, prevê diminuições significativas no consumo de energia elétrica. A questão ambiental tem destaque diante das atuais problemáticas mundiais. A proposta desta ação foi promover a construção de aquecedor solar de água utilizando garrafas PET e caixas de leite longa vida, reduzindo o custo de fabricação desse sistema e reutilizando esses materiais para a produção de energia térmica, com o objetivo de analisar o perfil de possíveis usuários de aquecedores solares de baixo custo. A ação foi constituída de palestras e atividades práticas para comunidade local de baixa renda, visando a expor a maneira de construção para efetiva instalação na residência de sistemas de aquecimentos construídos com materiais recicláveis bem como mostrar a viabilidade econômica da implantação, o conforto térmico propiciado e os benefícios para o meio ambiente gerado pelo sistema. Um manual para construção do sistema foi elaborado e entregue a cada participante, gratuitamente.

**Palavras-chave:** Energia solar. Comunidades rural e local de baixa renda. Divulgação tecnológica.

<sup>1</sup> Doutor em Agronomia, Campus Experimental de Tupã, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Tupã, SP. Correspondência: [gabrielfilho@tupa.unesp.br](mailto:gabrielfilho@tupa.unesp.br)

<sup>2</sup> Mestrando em Agronomia, FCA/UNESP – Univ. Estadual Paulista, Campus de Botucatu

<sup>3</sup> Doutora em Agronomia, Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente, Presidente Prudente, SP.

<sup>4</sup> Livre-docente, Campus Experimental de Tupã, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Tupã, SP.

<sup>5</sup> Doutor em Engenharia Agrícola, Departamento de Economia e Sociologia Rural, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Botucatu, SP.

<sup>6</sup> Acadêmica em Administração, Campus Experimental de Tupã, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Tupã, SP.

## **PROMOTING THE USE OF LOW-COST SOLAR WATER HEATER FOR ALTA PAULISTA RURAL AND LOW-INCOME URBAN AREA**

### **ABSTRACT**

Solar heaters are an appropriate technology for tropical and subtropical climate to warm bath water through the energy from the sunlight. The development of conventional solar heaters is in the market and its acceptance is still low due to high cost. However, low-cost solar heaters have been developed in recent years for the care of a potential consumer demand, which in addition to using a renewable energy provides significant reductions in energy consumption. Environmental issue has highlighted towards current world problems. Our project proposal is to promote the construction of solar water heater based on the technique developed in Santa Catarina by José Alcino Alano, 2004 NGO Super Ecology prize winner, sponsored by Super Interessante magazine. They are built by using recyclable materials such as PET bottles and long life milk cartons reducing costs and using "junk" in order to produce thermal energy. This equipment has been patented with the intention that there would be exploited by companies for profit, and its design is of public domain. The objective of this study is to analyze the profile of potential users of solar water heaters at low cost. Thus, lectures and practical activities for rural and local low-income communities were performed in order to show how to build effective heating systems with recyclable materials and install them in the houses and show its economic feasibility as well as thermal comfort afforded and benefits to environment generated by the system, providing a free guide to building the system.

**Keywords:** Solar energy. Rural and local low-income communities. Technology dissemination.

## **EL FOMENTO DEL USO DEL CALENTADOR SOLAR DE AGUA DE BAJO COSTO PARA LA POBLACIÓN RURAL Y URBANA DE BAJA RENTA DE LA REGIÓN DE LA ALTA PAULISTA**

### **RESUMEN**

Los calentadores solares poseen una tecnología apropiada para climas tropicales y subtropicales para calentar el agua del baño a través de la energía de la luz solar. El desarrollo de los calentadores convencionales de energía solar está en el mercado y su aceptación ha sido aún baja, debido al alto costo. Sin embargo, calentadores solares más baratos se han desarrollado en los últimos años para atender una demanda de los consumidores potenciales, que además de utilizar una energía renovable tendrán una reducción significativa del consumo de energía. El tema ambiental ha puesto de relieve los problemas actuales que enfrenta el mundo. La propuesta es promover, sobre la base de la técnica desarrollada en Santa Catarina por José Alcino Alano, ganador de la Ecología 2004 Super, ONG categoría, patrocinado por la revista Super interesante, la construcción de un calentador solar con materiales reciclables como botellas de PET y cajas de leche larga vida, se reducen los costes y el uso de la "basura" y ayuda la producción de energía térmica. Este equipo ha sido patentado con la intención de que fueran explotados por empresas sin fines de lucro, y su diseño es de dominio público. El objetivo de este estudio es analizar el perfil de los usuarios potenciales de los calentadores solares de agua a bajo costo. Para ello, conferencias y actividades prácticas para la comunidad local y rural de bajos ingresos con el fin de exponer el camino de la

construcción para la instalación en residencia los sistemas de calefacción eficaz construida con materiales reciclables y para demostrar la viabilidad económica de la implantación, que ofrece un confort térmico, y los beneficios para el medio ambiente generados por el sistema, proporcionando una guía gratuita de la construcción del sistema.

**Palabras clave:** Energía solar. Las comunidades rurales y locales de bajos ingresos. La difusión de tecnología.

## INTRODUÇÃO

A busca e o uso de energias alternativas tem sido assunto de grande destaque no meio científico. Segundo o [Centro de Pesquisas de Energia Elétrica \(1999\)](#), a radiação solar – fonte de energia térmica – pode ser absorvida por coletores solares para o aquecimento de água, visando ao aproveitamento térmico dessa energia. Segundo [Mogawer e Souza \(1998\)](#), as características do território brasileiro que favorecem o uso de energia solar para aquecimento de água em casas populares são a alta temperatura média anual do ar, a farta iluminação solar ao longo do ano, a alta pressão da água vinda da rede pública e a caixa de água já existente nas casas.

De acordo com [Gabriel Filho, Cremasco e Seraphim \(2010\)](#), os sistemas fotovoltaicos para a produção de energia elétrica em regiões isoladas substituem com vantagem outros meios de produção alternativos, pois a difusão é muito significativa e, segundo [Gabriel Filho et al. \(2008; 2011\)](#), outro método de produção de energia eficiente para regiões isoladas são os aerogeradores. [Gabriel Filho \(2010\)](#) realizou um estudo em que demonstra que o Brasil apresenta grande potencial para a produção de energia a partir dos ventos.

Acrescenta que para regiões rurais, uma alternativa viável são os sistemas híbridos ([GABRIEL FILHO, 2007](#)) que custam menos que construir redes de alta tensão para abastecer pequenas propriedades rurais, além das placas fotovoltaicas, que apresentam condições de abastecer pequenas residências em regiões rurais isoladas ([GABRIEL FILHO et al., 2012](#)).

Sistemas de aproveitamento de energia solar para aquecimento de água e produção de energia elétrica é bastante utilizado nos países desenvolvidos, sendo que em alguns países chega a estar presente em 80% das residências. Na Itália, França, Grécia, Alemanha, Austrália e Japão o sistema de aquecimento de água por energia solar, denominado de “aquecedor solar”, tem parte significativa do custo subsidiada pelo governo ou pela própria companhia energética, com o objetivo de promover sua utilização pela população ([ASSIS, 2004](#)).

No Brasil, esse subsídio para a construção de aquecedores solar não existe. O fato de esses sistemas possuírem custos elevados de fabricação, principalmente por envolverem materiais como cobre e aço inox, a sua aquisição pela população de baixa renda se torna inviável. Sendo assim, projetos voltados para a diminuição dos gastos na construção de aquecedores solares vêm sendo desenvolvidos, como é o caso do projeto “Aquecedor Solar de Baixo Custo” (ASBC) desenvolvido pela ONG Sociedade do Sol, sediada no CIETEC - Centro Incubador de Empresas Tecnológicas, no Campus da USP/IPEN ([SOCIEDADE..., 2011](#)). Este aquecedor possui um sistema de aquecimento de água que capta a energia solar em painéis termo-solares, construído com materiais como peças e tubos de PVC, em substituição às peças de cobre.

[Pereira et al. \(2006\)](#) estuda a eficiência térmica do coletor do projeto ASBC, construído com materiais termoplásticos como forros modulares e tubos de PVC rígido,

verificando uma eficiência térmica de 67%, frente a 75% de eficiência de sistemas construídos com tubos de cobre e cobertura de vidro.

A necessidade de implantação de aquecedores de baixo custo em residências populares é de grande importância para o desenvolvimento econômico e social, e seu dimensionamento é de grande importância para a instalação do sistema.

O projeto “Energia do Futuro”, criado pelo aposentado José Alcino Alano, de Tubarão - SC, trata da construção de aquecedores solares feitos com materiais reutilizáveis (garrafas PET e caixas de leite Tetra Pak). O projeto foi o vencedor do prêmio Super Ecologia 2004, categoria ONG, promovido pela revista *Super-Interessante* (DAMASIO; STEFFANI, 2007).

Segundo Damasio e Steffani (2007), a construção de aquecedores com materiais descartáveis é realizada de maneira a colaborar com o aspecto socioambiental, economizando energia elétrica e evitando o lançamento de plástico e alumínio na natureza, materiais que possuem alto tempo de decomposição.

Outro aspecto positivo é que o aquecedor solar é de fácil construção, desde que os procedimentos sejam seguidos conforme aos manuais vigentes distribuídos pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA).

Muitas ações extensionistas visando a divulgar conhecimento acadêmico em energias renováveis são demonstradas nos trabalhos de Brazil (2006), Dadalto (2008), Jacobs e Facin (2010) e Meira e Moraes (2009) que estudam a viabilidade do uso de aquecedores de baixo custo voltado para as comunidades de baixa renda.

## OBJETIVOS

Este trabalho visa a apresentar os resultados de atividades de extensão realizadas em Tupã e região, com a exposição de projeto sobre aquecedores solares de baixo custo, construídos com embalagens recicláveis, para a comunidade rural e local de baixa renda.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Elaboração do manual de construção do aquecedor solar de baixo custo*

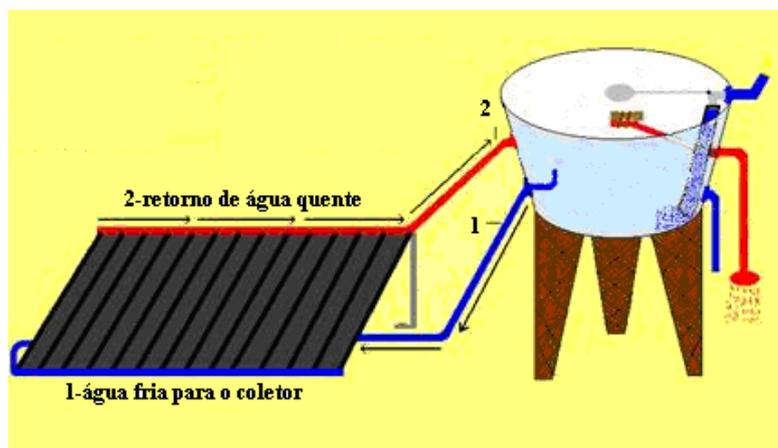
A construção do aquecedor solar e a descrição do sistema de aquecimento foram relacionadas em manual ilustrado, possibilitando que pessoas comuns pudessem construir esse aquecedor solar. Além das técnicas envolvidas na construção, a relação dos materiais permite que o interessado faça um orçamento completo da construção e instalação do sistema. Este manual está disponível no site da UNESP Tupã<sup>7</sup>.

Este manual foi desenvolvido com base nos manuais disponibilizados pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná (SEMA), fazendo adaptações para a realidade da região de Tupã.

O princípio de funcionamento que melhor se adapta a sistemas simples é o termo sifão. Para isto, é necessário que a instalação do coletor seja feita de forma que sua barra superior (2), associada à água quente, seja conectada na parte superior do reservatório (caixa d'água), enquanto a barra inferior (1), associada à água fria, seja conectada na parte inferior, conforme ilustra a Figura 1.

---

<sup>7</sup> Unesp Tupã Inc. Disponível em <http://www.tupa.unesp.br/#322,322>. Acesso em 28.01.2012.



**Figura 1.** Processo de termo-sifão de um sistema de aquecimento solar de água (adaptado de [SEMA, 2011](#)).

Esta diferença de altura garante a circulação da água no coletor devido à diferença de densidade entre a água quente e a fria.

O coletor solar do aquecedor proposto no manual é constituído de tubos e conexões de PVC, garrafas PET e as caixas de leite Tetra Pak, substituindo os convencionais tubos de cobre ou alumínio, a caixa metálica, o painel de absorção térmica e o vidro utilizado nos coletores convencionais.

#### *Construção dos aquecedores solar*

A partir do manual desenvolvido, foram construídos dois aquecedores solares para difusão tecnológica e exposição do sistema de aquecimento à comunidade. Um dos aquecedores foi instalado sobre o laboratório de Conforto Ambiental do Campus Experimental de Tupã da UNESP, para ser utilizado em um chuveiro. Este sistema foi utilizado em uma pesquisa financiada pelo CNPq, Processo Nº 480985/2008-1/Edital Universal, cujo objetivo foi avaliar a eficiência energética do sistema proposto. O outro aquecedor solar foi construído no chão e ligado a uma torneira de pia para exposição do sistema termo-sifão para o público-alvo. Ambos os sistemas foram dimensionados para famílias de 4 pessoas. A Figura 2 e 3 mostram os aquecedores construídos e utilizados nas atividades de extensão.



**Figura 2.** Aquecedor solar instalado sobre o Laboratório de Conforto Ambiental do Campus Experimental de Tupã-UNESP.



**Figura 3.** Aquecedor solar instalado no chão, na área experimental do Laboratório de Conforto Ambiental para exposição.

#### *Curso de extensão e entrevistas com os participantes*

Após a conclusão do projeto de pesquisa financiado pelo CNPq e a constatação da eficiência energética dos aquecedores de baixo custo, realizou-se o curso de extensão “Formas de utilização de energia solar e construção de aquecedores solares com uso de materiais recicláveis”, com o objetivo de difundir a tecnologia e orientar o ocorrido no Campus Experimental de Tupã – CET/UNESP em fevereiro de 2011. Este curso foi aprovado pela Pró-Reitoria de Extensão Universitária da UNESP – PROEX.

Neste curso estiveram presentes 8 famílias, sendo que o curso visou a expor por meio de palestras e atividades práticas as maneiras de construção para efetiva instalação na residência de sistemas de aquecimentos construídos com materiais recicláveis bem como mostrar a viabilidade econômica da implantação, o conforto térmico propiciado e os benefícios para o meio ambiente gerados pelo sistema. A Figura 4 mostra os participantes no curso de extensão.



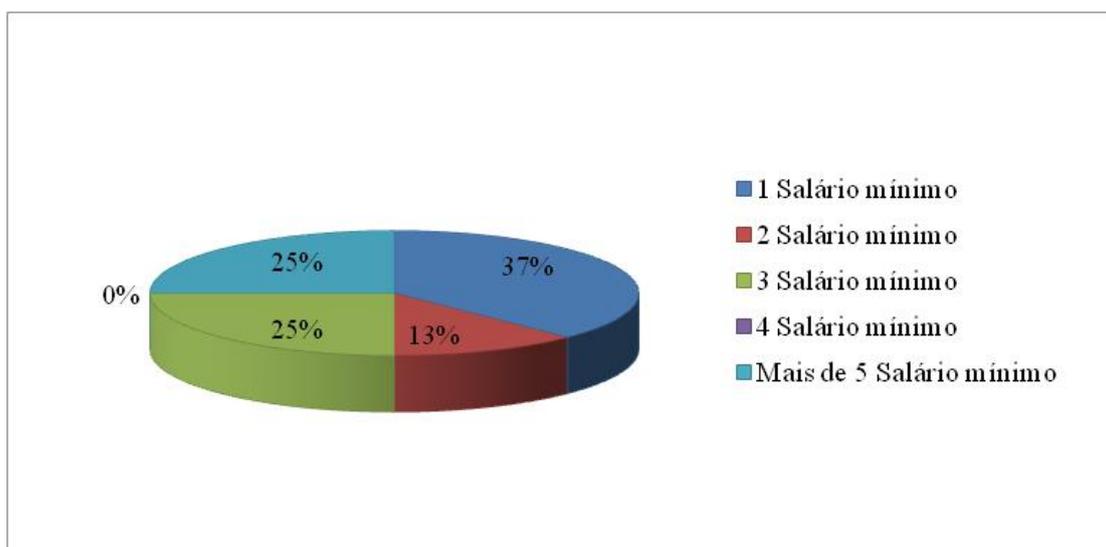
**Figura 4:** Integrantes da comunidade juntando os materiais para início da montagem do aquecedor solar.

Após o término da construção do aquecedor juntamente com os participantes, foi realizada uma palestra para a apresentação de uma análise de viabilidade econômica e ambiental.

Ao final do curso, aplicou-se aos participantes um questionário que objetivou: (1) identificar as faixas salariais dos participantes; (2) a opinião sobre a viabilidade térmica, econômica e ambiental; e (3) a possível utilização do sistema de aquecimento na própria residência dos entrevistados.

Para a análise das entrevistas, foram realizados gráficos com os quais buscou-se identificar a viabilidade e eficiência do impacto do projeto de extensão na comunidade rural e local de baixa renda.

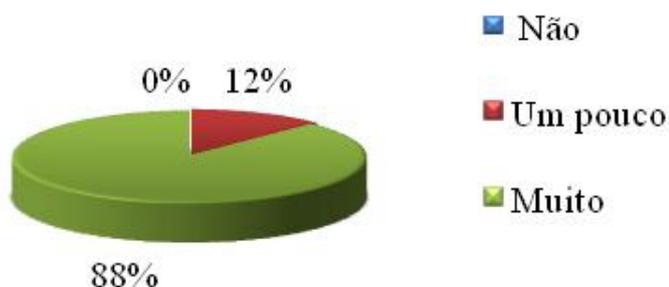
O curso atraiu pessoas de diversas faixas salariais, conforme ilustra a Figura 5.



**Figura 5:** Faixa salarial em relação ao salário mínimo dos participantes do curso de extensão.

Verificou-se grande participação e apoio dos integrantes durante o curso, no qual foi elogiado pelo diferencial apresentado. Ao final do curso, 100% dos integrantes afirmaram que instalariam o “aquecedor solar” em suas residências e locais de trabalhos.

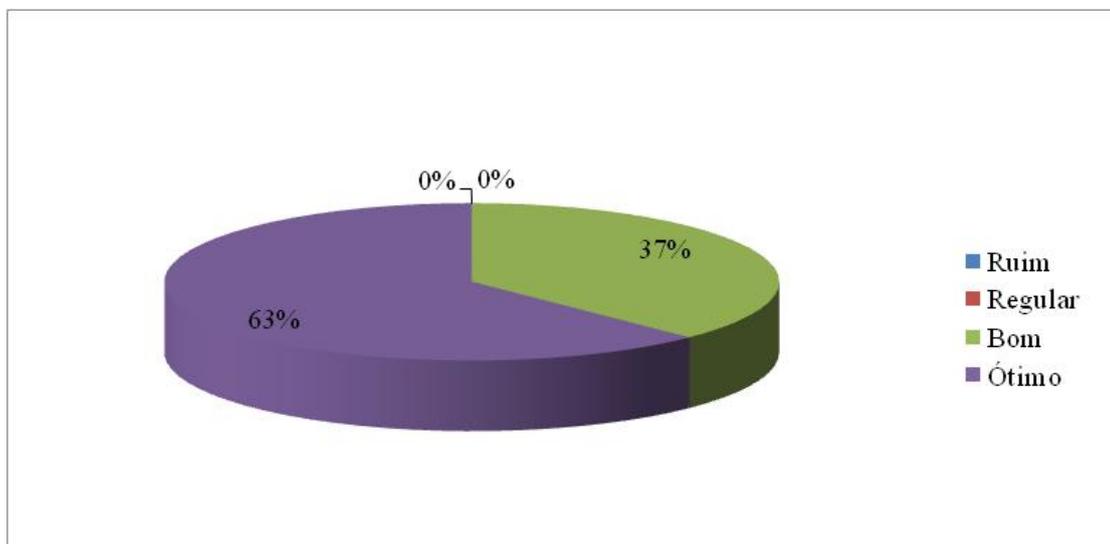
Nenhum participante possuía aquecedores solares em suas residências e locais de trabalho, seja ele rural ou urbano. Entre os participantes, 88% consideram o projeto viável financeiramente (opcional este sufixo) e ambientalmente (Figura 6).



**Figura 6:** Viabilidade econômica do aquecedor por parte dos participantes.

Devido às vantagens que foram observadas pelos participantes e a facilidade para a construção, 75% afirmaram que colaborariam com a instalação do projeto na comunidade e na divulgação.

Após o termino do curso, 63% dos participantes avaliaram como ótimo o aquecedor solar feito com materiais reciclados e 37% como boa (Figura 7).



**Figura 7:** Viabilidade térmica e ambiental do aquecedor por parte dos participantes.

#### *Discussão dos resultados e perspectivas sobre o uso de aquecedor solar de baixo custo*

A viabilidade e a economia de energia elétrica advinda da substituição dos chuveiros elétricos por aquecedores solares e da redução de custo mensais de energia elétrica foram realizadas e comprovadas. Segundo [Oliveira et al. \(2008\)](#) a irradiância, ou horas que o brilho do sol é ocorrente, representa 55,2% do total, além do tempo de retorno do investimento médio de pouco mais de um ano – variando de acordo com a potência utilizada normalmente – o que é considerado viável para a substituição dos chuveiros elétricos pelos sistemas de aquecedores solares.

A penetração no mercado brasileiro de sistemas de aquecedores solares ainda é muito baixa. Existem empresas que comercializam aquecedores solares e ONGs com programas de reaproveitamento de materiais recicláveis para sua construção, porém o estado deveria apoiar intensamente estas iniciativas. Segundo [Silva e Souza \(1997\)](#), o investimento realizado no aquecedor poderia ser dividido pelas partes envolvidas no processo: o consumidor; a empresa ou líderes de comunidades voltados à construção do aquecedor solar; a concessionária de energia elétrica; o governo. Outra proposta de quitação do investimento seria a abertura de linhas de crédito a juros baixos que disponibilizem recursos para a implantação desse sistema, como é feito para implementos agrícolas no Brasil.

Aquecedores solares podem ter outras aplicações, principalmente no meio rural, além do uso residencial. Em sistemas de produção de aves e suínos, a fase inicial de cria é preciso aquecer o ambiente, pois o sistema termorregulador desses animais não está completamente desenvolvido ([ESMAY, 1982](#); [MACARI; FURLAN; GONZALES, 1994](#)). Na produção de suínos, o aquecimento dos leitões é feito dentro de escamoteadores. Este aquecimento é feito por lâmpadas, resistências ou aquecimento de piso ([ROSSI;](#)

[CARDOSO; BERALDO, 2005](#); [SILVA; PANDORFI; PIEDADE, 2005](#)). No caso de aves, o aquecimento ocorre por campânulas elétricas ou a gás, tambores ([CORDEIRO et al., 2010](#)), ou aquecimento de piso ([ABREU, 1994](#)). No caso de aquecimento a gás, há um problema com a liberação de monóxido de carbono que prejudica a qualidade do ar dentro da instalação ([CARVALHO et al., 2011](#)). Em ambos os casos, o aquecimento do piso por sistemas que utilizem aquecimento de água solar pode ser eficiente e reduzir os gastos com aquecimento na fase inicial de criação.

## CONCLUSÕES

O curso de extensão realizado para difusão tecnológica atingiu pessoas diretamente (participantes), mas tem um impacto muito maior e imensurável na comunidade, pois esses participantes viraram promotores dessa tecnologia.

Os resultados da pesquisa desenvolvida associada ao resultado do curso de extensão e das entrevistas realizadas confirmam a viabilidade econômica e social de se utilizar aquecedor solar de baixo custo, fabricado a partir de materiais recicláveis, em residências de famílias de baixa renda.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Pró-Reitoria de Extensão Universitária da UNESP – PROEX pela concessão de Bolsa de Apoio Acadêmico e Extensão e também por fomento em projeto de Extensão Processo nº 13335/2012. Agradecem também o CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo fomento fornecido ao projeto de pesquisa Processo nº 480985/2008-1/Edital Universal e pela bolsa de iniciação científica concedida através do Programa PIBIC/CNPq.

*Submetido em 07/08/2012*

*Aceito em 28/05/2013*

## REFERÊNCIAS

[ABREU, P. G.](#) **Sistema de aquecimento em piso, com resistência elétrica, para criação de aves.** 1994. 78 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 1994.

[ASSIS, I. C.](#) **Energia solar para aquecimento de água e expurgo microbiológico de solos.** 2004. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fontes Alternativas de Energia) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

[BRAZIL, O. A. V.](#) **Regulação e apropriação de energia térmica solar pela população de baixa renda no Brasil.** 2006. Dissertação (Mestrado em Regulação da Indústria de Energia) - Universidade Salvador – UNIFACS, Salvador, 2006. Disponível em: <[http://tede.unifacs.br/tde\\_arquivos/3/TDE-2007-05-16T132656Z-78/Publico/Dissertacao%20Osiris%20Ashton%20Texto%20Completo.pdf](http://tede.unifacs.br/tde_arquivos/3/TDE-2007-05-16T132656Z-78/Publico/Dissertacao%20Osiris%20Ashton%20Texto%20Completo.pdf)>. Acesso em: 1 set. 2012.

[CARVALHO, T. M. R. et al.](#) Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 4, p. 351-361, 2011.

[CENTRO DE PESQUISAS DE ENERGIA ELÉTRICA](#). Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro, 1999. 204 p.

[CORDEIRO, M. B. et al.](#) Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.

[DADALTO, E. A.](#) **Utilização da energia solar para aquecimento de água pela população de baixa renda domiciliar em habitações populares**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Elder%20Antonio%20Dadalto.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2012.

[DAMASIO, F.; STEFFANI, M. H.](#) Ensinando física com consciência ecológica e com materiais descartáveis. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 593-597, 2007.

[ESMAY, M. L.](#) **Principles of animal environment**. Westport: Avi Publishing Company Inc, 1982. 325 p.

[GABRIEL FILHO, L. R. A.](#) **Análise e modelagem geométrica da potência gerada por um sistema híbrido solar fotovoltaico eólico**. 2007. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

[GABRIEL FILHO, L. R. A.; CREMASCO, C. P.; SERAPHIM, O. J.](#) Análise diferencial da potência máxima gerada por um sistema solar fotovoltaico. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, p. 123-138, 2010.

[GABRIEL FILHO, L. R. A. et al.](#) Metodologia da determinação dos parâmetros característicos de sistemas eólicos de geração de energia. **Revista Tecnologia**, Canoas, v. 9, p. 15-27, 2008.

[GABRIEL FILHO, L. R. A. et al.](#) Análise dos métodos de descrição do regime eólico e suas aplicações. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 6, p. 35-51, 2010.

[GABRIEL FILHO, L. R. A. et al.](#) Caracterização analítica e geométrica da metodologia geral de determinação de distribuições de Weibull para o regime eólico e suas aplicações. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, p. 56-66, 2011.

[GABRIEL FILHO, L. R. A. et al.](#) Mathematical analysis of power generated by photovoltaic systems and their applications in rural areas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 650-662, 2012. Disponível em:

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_serial&pid=0100-6916&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=0100-6916&lng=en&nrm=iso)>.  
Acesso em: 1 set. 2012.

[JACOBS, A. L.; FACIN, P. C. A.](#) Alfabetização científica e tecnológica e o aproveitamento da energia solar: meio ambiente, sociedade e sustentabilidade. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 54-59, 2010.

[MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E.](#) **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP: UNESP, 1994. 296 p.

[MEIRA, M. L. R.; MORAES, S. O.](#) A universidade e o projeto ciência na escola e na família: relato de uma experiência. **Revista Cultura e Extensão USP**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 73-94, 2009.

[MOGAWER, T.; SOUZA, T. M.](#) **Sistema solar de aquecimento de água para residências populares**. Guaratinguetá: Centro de Energias Renováveis, UNESP, Guaratinguetá-SP, 1998.

[OLIVEIRA, L. F. C.](#) et al. Potencial de redução do consumo de energia elétrica pela utilização de aquecedores solares no estado de Goiás. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 406-416, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v28n3/a02v28n3.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2012.

[PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná.](#) **Aquecedor solar construído com materiais recicláveis**. Disponível em: <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/meioambiente/solar.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2012.

[PEREIRA, R. C. et al.](#) **Eficiência térmica de coletores solares de baixo custo – CSBC**. 2006. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/17cbecimat/resumos/17Cbecimat-414-005.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2012.

[ROSSI, L. A.; CARDOSO, P. E. R.; BERALDO, A. L.](#) Avaliação térmica de placas de argamassa de cimento e casca de arroz aquecidas por resistência elétrica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 37-45, 2005.

[SILVA, A. S.; SOUZA, F. M. C.](#) **Viabilidade econômica da energia solar**. 1997. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998\\_ART113.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1998_ART113.pdf)>. Acesso em: 1 set. 2012.

[SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; PIEDADE, S. M. S.](#) Uso da zootecnia de precisão na avaliação do comportamento de leitões lactentes submetidos a diferentes sistemas de aquecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 220-229, 2005.

[SOCIEDADE DO SOL](#). Disponível em <[www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br)>. Acesso em: 1 set. 2012.