



## **INTERAÇÃO ENTRE CURSO DE ENGENHARIA E ESCOLA DE ENSINO MÉDIO NA CONSTRUÇÃO DE UM AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO EM TUCURUI – PARÁ**

**Patrícia Mota Milhomem** – pattymota94@gmail.com  
Universidade Federal do Pará – Campus Tucuruí, Faculdade de Engenharia Civil  
BR 422 Km 13, canteiro de obras UHE – Vila Permanente  
68464-000 – Tucuruí – Pará

**Marcos Renan dos Santos** – marcosrenan.2014@gmail.com  
Universidade Federal do Pará – Campus Belém, Faculdade de Engenharia Naval  
Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá  
CEP 66075-110 – Belém – Pará.

**Wellington da Silva Fonseca** – fonseca@ufpa.br  
Universidade Federal do Pará, Faculdade de Bacharelado em Ciência e Tecnologia.  
Rua Augusto Corrêa, 01 Guamá.  
66075-110 – Belém – PA.

**Silvana Nascimento da Silva** – silvana.silva@hotmail.com  
Universidade Federal do Pará – Pró- Reitoria de Extensão  
Rua Augusto Corrêa, 01 Guamá.  
66075-110 – Belém – PA.

**Resumo:** *Em todo o país está sendo amplamente difundida a utilização de fontes de energia renováveis, um dos exemplos claros disso é a energia solar, o que exige conhecimentos das mais variadas áreas da ciência para o aperfeiçoamento dessa nova área de pesquisa. Dessa forma, com o intuito de incentivar aos alunos do ensino médio em se empenhar no estudo das ciências e no desenvolvimento de pesquisas. O Programa de Extensão Laboratório de Engenhocas, da Universidade Federal do Pará Campus de Tucuruí, aprovou projetos no CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e aplicou em escolas estaduais de ensino médio do município a metodologia PBL (Project Based Learning), visando ensinar o aluno a aprender, ser proativo e despertar o interesse na área das ciências aplicadas. Dentro das atividades desenvolvidas o aluno busca resolver problemas da sociedade através da metodologia. Uma delas foi à construção e implantação de um Aquecedor Solar de Baixo Custo em uma residência unifamiliar de Tucuruí onde foi possível analisar sua viabilidade e eficiência energética.*

**Palavras-Chave:** *Aquecedor solar, Sustentabilidade, Engenharia, Ensino Médio.*



## 1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais a nível mundial segue como ponto de pauta a utilização de fontes de energia renováveis, e a demanda exigem o desenvolvimento de tecnologias e pesquisas que busquem o aproveitamento racional das fontes energéticas, por conta disso o estudo sobre coletor solar de baixo custo ganha grande importância na área de fonte de energia alternativa.

De acordo com a PROCEL (2010), 95% da energia produzida no Brasil é gerada através de usinas hidroelétricas e a partir do momento em que a sociedade decide usar energia elétrica de forma mais eficiente. Usinas, linhas de transmissão e redes de distribuição que teriam de ser construídas para atender o crescimento da demanda, poderiam ser evitadas, ou postergadas.

Dessa forma, a importância de confeccionar um Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) origina-se por ser um dispositivo que funciona a partir da incidência de raios solares possibilitando assim uma economia de energia elétrica nas residências, seu material de construção é composto principalmente por garrafas pet e embalagens Longa Vida, materiais que na sua maioria são descartados poluindo o meio ambiente.

Sistemas de aquecimento de água por energia solar podem ser instalados em diversos tipos de estruturas, como: edificações multi-familiares, prédios comerciais e residências unifamiliares, desde que possa atender a demanda de consumo e possuir eficiência na conversão da energia solar em energia térmica.

Dessa forma, foi proposto junto ao Programa de Extensão Laboratório de Engenhocas, da Universidade Federal do Pará - Campus Tucuruí e a Escola Estadual de Ensino Médio Rui Barbosa uma alternativa de divulgar a importância do uso de energias sustentáveis no município de Tucuruí. Inicialmente, realizou-se uma seleção entre os alunos da escola para integrarem ao Programa e participassem diretamente dos projetos aprovados no CNPq sendo eles: “Feira de Ciências de Tucuruí: Inovação Tecnológica e Sustentabilidade”; e “Implantação do Laboratório de Engenhocas em escolas de Ensino Médio”, esse último aprovado na chamada CNPq/VALE S.A N° 05/2012 - FORMA-ENGENHARIA. Através desses projetos e da utilização da metodologia PBL os alunos desenvolveram várias atividades relacionadas à Ciência e Tecnologia (MILHOMEM, *et al.*, 2013).

O PBL é uma metodologia voltada ao aprendizado, que proporcionam ao aluno aquisição de conhecimento crítico, proficiência em solução de problemas, estratégias de aprendizagem e habilidades de participação. Uma vez que a mesma exige a proatividade do aluno, para que o mesmo procure o conhecimento nos diversos meios de difusão disponíveis encontre a solução para problemas reais a partir do trabalho em equipe, da discussão e da análise crítica (CAMPOS *et al.*, 2011).

O Aquecedor Solar de Baixo Custo, uma das atividades desenvolvidas com base na metodologia, foi proposto pelos alunos para usarem a energia térmica solar para consumo familiar. O projeto contribui significativamente para a ampliação dos conhecimentos dos alunos envolvidos, uma vez que as informações teóricas acumuladas no decorrer das aulas passaram a ser colocadas em práticas e assimiladas com os fenômenos físicos ocorridos para o bom funcionamento do ASBC, fixando e facilitando o aprendizado das disciplinas de exatas, além de estimulá-los a procurar conhecimentos e formação nessas áreas.

Desta forma, o intuito do presente trabalho é ratificar a ideia de compreensão e construção de um aquecedor solar com garrafa pet para residências de Tucuruí, sua implantação é um projeto pioneiro na referida cidade e servirá de modelo para a instalação de outros aquecedores.

## 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente realizou-se um estudo de viabilidade econômica do uso da energia solar a partir da construção de um ASBC (Aquecedor Solar de Baixo Custo) e uma residência unifamiliar. Além de promover um debate na Escola Estadual de Ensino Médio Rui Barbosa sobre fontes renováveis de energia despertando para a sociedade Tucuruense sobre a importância da reutilização dos materiais.

Em seguida, analisou-se o local e organizou a equipe de apoio, sendo alunos da Escola Estadual de Ensino Médio Rui Barbosa, sua maioria bolsistas de Iniciação Científica e bolsistas de Iniciação Tecnológica e Industrial do CNPq, que participavam do Projeto Feira de Ciências e o Projeto Laboratório de Engenhocas no Ensino Médio, respectivamente, sendo orientado pelo professor coordenador do Programa e coorientada por uma bolsista estudante de engenharia participante do mesmo.

Após a definição da equipe, o terceiro passo foi à revisão bibliográfica sobre energia solar e material didático para auxiliar na confecção do ASBC. Nesse período, também foi realizado todo o quantitativo e arrecadação do material que seria utilizado, definindo que seriam utilizadas 300 (trezentas) garrafas PET e 300 embalagens Longa Vida, ou seja, 50 embalagens PET e Longa Vida pós-consumo por pessoas.

Depois de adquirido as embalagens, as mesmas foram lavadas, cortadas (Figura 1) e pintadas com tinta óleo de cor preta.



Figura 1 - Embalagens Longa Vida sendo cortadas

A montagem da placa do aquecedor, iniciou com a pintura dos canos PVC de 6 metros de comprimento e 20 milímetros de diâmetro com a tinta óleo de cor preto fosco, também para melhorar na absorção dos raios solares, os mesmos também foram levados para um lugar com sol para facilitar a secagem, após estarem secos os canos foram cortados com comprimento de 1 metro, algumas varas de cano PVC não foram pintadas, apenas cortadas formando assim pequenos pedaços de cano com 10 cm de comprimento, em seguida esses pedaços foram encaixados nas conexões de 3 furos de 20 mm de diâmetro (conhecido como “T”), como mostra a Figura 2.





Figura 2 - Canos Pintados de Preto e Conexões T

Após a montagem da placa que resultou em 7,60 m, o próximo passo foi às devidas adaptações e instalações na caixa d'água e no banheiro da residência demonstrado pela Figura 3.



Figura 3 - Instalações na caixa d'água e no banheiro da residência

Com o término da construção do sistema térmico, o coletor solar ficou posicionado com um ângulo de 20°, a caixa de fornecimento de água fria e a caixa com água aquecida ficaram dispostas como ilustrado na Figura 4.



Figura 4 - Sistema Térmico Montado

### 3. RESULTADOS

Por constituir de materiais reutilizados, o ASBC é um importante meio de prevenção do meio ambiente, por efetuar um processo de reciclagem direta, também apresenta uma série de vantagens, como: prolongamento da vida útil dos aterros, a redução de impactos ambientais, entre outros. A coleta de materiais recicláveis oportunizou a discussão de cuidados no manuseio do lixo e a importância do mesmo. Além disso, se comparado o custo-benefício entre o aquecedor comercial e o alternativo, fica evidente que o alternativo é muito mais vantajoso financeiramente, como é possível notar-se a comparação a seguir (Tabela 1):

Tabela 1 – Comparação de Preços

Tipo de Aquecedor	Custo de Implantação	Custo de Manutenção Anual	Total R\$
Aquecedor solar de garrafa PET	772,73	100,00	872,73
Aquecedor solar industrial	3.210,00	100,00	3.310,00

Fonte: O autor

O sistema térmico teve seu custo calculado a partir do material gasto na montagem do protótipo. Como há variação de preço dependendo da localidade de compra, vale ressaltar que todos os componentes do sistema foram adquiridos no comércio local.

A partir do levantamento dos valores de aquisição e manutenção cedidos gentilmente pela empresa SOLETROL de seu aquecedor solar industrial, e somados os custos na construção do sistema de aquecimento ASBC, comprovou-se que por conta da maioria dos

materiais utilizados serem reutilizados e não proporcionarem despesas maiores na implantação, fez com que se chegue a conclusão de que o aquecedor alternativo é uma aquisição viável economicamente, pois na comparação com o valor do sistema de aquecimento industrial, há uma grande diferença entre os custos de implantação.

Além de verificar o menor custo do sistema, outro objetivo foi comprovar sua eficiência, através do levantamento das características apresentadas pela água, levando-se em consideração a temperatura máxima atingida e seu tempo de aquecimento. O termômetro utilizado foi construído a partir do arduíno, uma plataforma de prototipagem eletrônica, seu funcionamento ocorre através de um termistor que realiza a conversão da variação de resistência para graus Celsius.

O circuito é alimentado por uma fonte de corrente contínua, o sinal de saída dos sensores de temperatura é conectada a uma entrada analógica do micro controlador, através do conversor A/D do micro controlador esse sinal analógico é transformado para sinal digital, tornando o valor medido disponível ao usuário através de um display LCD.

Na Figura 5 é apresentado o circuito elétrico elaborado, representando o circuito de coleta de temperatura. Nesse circuito foram utilizados dois sensores de temperatura responsáveis pela coleta de dados e um display LCD responsável por permitir a leitura desses dados pelo usuário de uma forma inteligível. Os dispositivos utilizados foram: Dois Termistores NTC 10K, Um Display LCD 16x2.

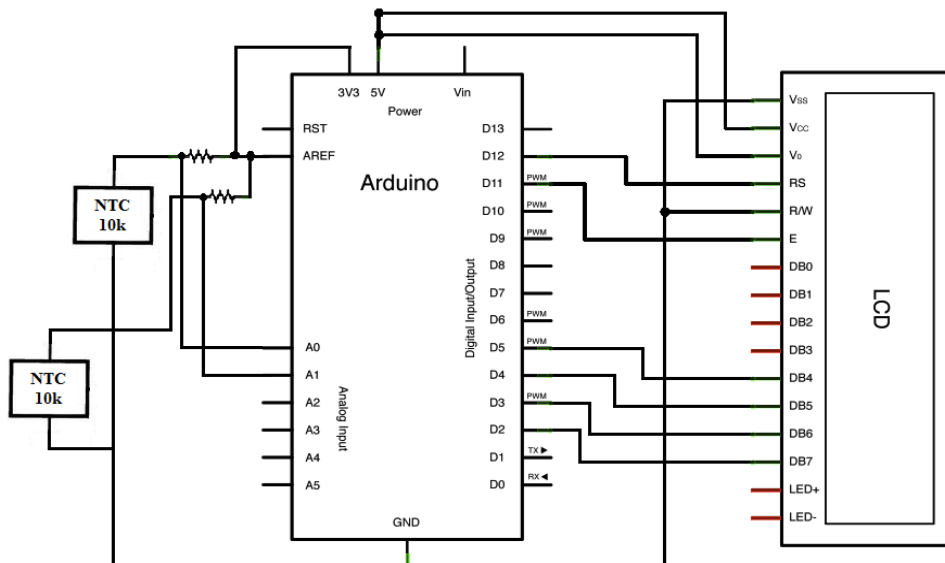


Figura 5 - Circuito Elétrico

Fonte: O autor

Os NTC 10k foram conectados às portas analógicas do arduíno, pois através delas converter as variações de tensão nas entradas provocadas pela variação de resistência dos sensores em temperatura.

O display LCD 16x2 foi conectado a uma porta digital configurada como saída do micro controlador, nele o usuário poderá ver os dados dos sensores em tempo real, poderá verificar o que aconteceu no sistema estudado em um determinado período de tempo. Foi

utilizado também um notebook para servir como fonte de alimentação para o arduino, e esta conexão foi feita através de um cabo USB.

Estas medições aconteceram nos dias 24, 25 e 26 de janeiro de 2014. A coleta de dados ocorreu com intervalo de 2:00h, para facilitar o acompanhamento da temperatura, e foi realizada das 9:00h às 21:00h, observando assim a variação de temperatura da água no chuveiro da residência. A água estava interligada ao reservatório térmico onde era coletada, o mesmo acontecia com o fluido do reservatório de fornecimento.

Após as medições serem realizadas foi gerado o Gráfico 1 referente aos três dias de amostragens com a finalidade de analisar melhor as variações ocorridas durante o registro dos resultados.

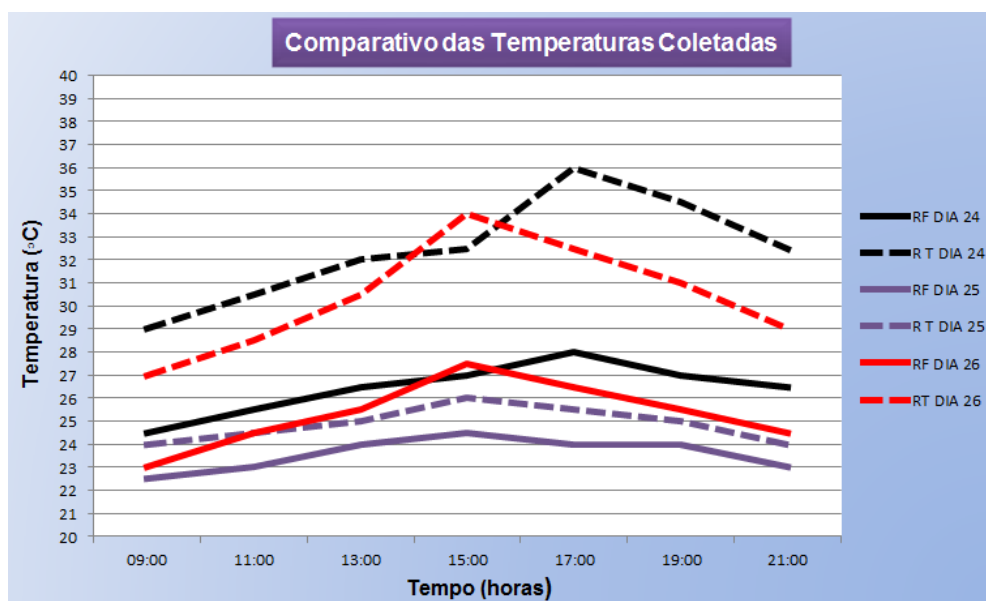


Gráfico 1 - Amostragens das temperaturas

Fonte: O autor

É preciso ressaltar que as medições de temperatura ocorreram durante o período de inverno mais rigoroso de Tucuruí (PA), portanto em alguns momentos o tempo ficou chuvoso e nublado, impossibilitando então uma incidência solar no coletor. Porém os resultados mostraram-se satisfatórios, pois em todas as medições o reservatório térmico apresentou temperatura mais elevada que o reservatório de fornecimento.

Além do resultado da eficiência do Sistema Térmico, outro resultado adquirido foi a contribuição na ampliação dos conhecimentos dos alunos envolvidos, uma vez que as informações teóricas acumuladas no decorrer das aulas, passaram a ser colocadas em práticas e assimiladas com os fenômenos físicos para o bom funcionamento do ASBC. Dessa forma, fixando e facilitando o aprendizado das disciplinas de exatas, além de estimulá-los a procurar conhecimentos e formação nessas áreas. O aquecedor solar permitiu os alunos participarem da maior Feira Brasileira de Ciência e Engenharia (FEBRACE 12) como demonstrado pela Figura 6.





Figura 6 - Estande do Projeto: Implantação de um Aquecedor Solar de Baixo de Custo na Amazônia

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das grandes deficiências da docência no ensino médio é a falta de incentivo à pesquisa e a pouca diversificação das metodologias de ensino que dificultam o aprendizado e a futuras decisões profissionais. Assim, a aplicação da metodologia PBL nas escolas de ensino médio de Tucuruí ampliou as formas de ensino, pois com a construção do Aquecedor Solar de Baixo Custo, os alunos puderam colocar em prática os assuntos vistos em sala de aula, além de mostrarem inovação, criatividade, desenvolvimento da proatividade e a experiência do trabalho em equipe.

O projeto fortaleceu o vínculo entre a Escola Estadual de Ensino Médio Rui Barbosa, a Universidade Federal do Pará e a sociedade, de modo que ambas saíram beneficiadas desse processo, pois permitirá a aplicação do conhecimento dos alunos envolvidos em prol do desenvolvimento da comunidade tucuruense, dessa forma contribuindo diretamente nas atividades sociais. Deseja-se contribuir nas políticas que promovam e valorizem o bem estar das pessoas e do meio ambiente.

É esperado que esse projeto possa ser um atrativo para os estudantes escolherem cursar alguma graduação em engenharia, haja vista que nele desenvolvem as principais características de um engenheiro. Por isso, foi feita uma parceria entre o Laboratório de Engenhocas e as Escolas de Ensino Médio de Tucuruí no “Projeto Feira de Ciência”, que se tornou o principal meio de identificar talentos, através da exposição de trabalhos expositivos, sendo um deles a apresentação do Aquecedor Solar de Baixo Custo. Acredita-se que com o andamento do projeto, possa conseguir tornar o ensino nas escolas mais didáticas contribuindo para o aprendizado do aluno e atraindo-os para as universidades.

#### *Agradecimentos*

O grupo envolvido neste trabalho agradece a colaboração entre a UFPA e Empresa Eletrobrás/Eletronorte pelo constante apoio aos projetos do Campus Tucuruí. Agradecimentos também a Vale e ao CNPq pela colaboração no projeto “Laboratório de Engenhocas no Ensino Médio”.





## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALANO. Desperdício Zero. **Manual Aquecedor Solar**. 2008. Disponível em: <[http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio\\_zero/Kit\\_res\\_17\\_solar.pdf](http://www.planetareciclavel.com.br/desperdicio_zero/Kit_res_17_solar.pdf)> Acesso em: 29 de maio. 2006.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia Solar**. 2009. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas\\_par2\\_cap5.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/atlas_par2_cap5.pdf)> Acesso em 29 de maio. 2013

CAMPOS, Luiz Carlos.; DIRANI, Ely Antônio Tadeu.; MANRIQUE, Ana Lúcia. Educação em Engenharia. Novas abordagens. São Paulo: EDUC, 2011.

TAVARES, José R., SANTOS, Marcos R., SILVA, Rahene R., FONSECA, Wellington da Silva., MILHOMEM, Patricia M. Implantação de um Aquecedor Solar de Baixo Custo na Amazônia. Feira Brasileira de Ciências e Engenharia – FEBRACE 2014.

MILHOMEM, Patrícia M., BEZERRA, Waldson M., SOUZA, Daniel A., FONSECA, Wellington d., BARROS, Fabrício B. (8-9 de July de 2013). Aplicando a metodologia PBL na região Amazônica para incentivo ao Estudo em Engenharia. International Symposium on Project Approaches in Engineering Education - PAEE 2013.

MILHOMEM, Patrícia M., SILVA, Jéssica L M., LIMA, Diorge de S., FONSECA, Wellington da S. Uma abordagem de ensino-aprendizagem baseada na proatividade dos alunos de ensino-médio em Tucuruí. In: Anais do XLI CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA. Gramado – RS: UFRGS, 2013.

### **INTERACTION BETWEEN COURSES OF ENGINEERING AND SCHOOL OF SECONDARY EDUCATION IN CONSTRUCTION OF A SOLAR HEATER LOW COST TUCURUÍ - PARA**

**Abstract:** *Throughout the country have being disclosed a use of renewable energy, one of the clear examples is solar energy, which requires knowledge of various areas of science to the improvement of this new area of research. Thus, in order to encourage high school students to engage in the study of science and research development. The Laboratório de Engenhocas (hereafter, translated: Gadget Lab) extension program of the Federal University of Pará (UFPA/CAMTUC), approved projects CNPq (National Council for Scientific and Technological Development) and applied in state high schools of the municipality methodology PBL (Project Based Learning) in order teach the students to learn, be proactive*



*and spark interest in the field of applied sciences. Inside of the activities the student attempts to resolve problems of society through the methodology. One was the construction and implementation of a Low Cost Solar Heater in a single family residence Tucuruí where it was possible to analyze its feasibility and efficiency.*

**Key-words:** *solar heater, Sustainability, Engineering, High School.*