

AQUECIMENTO DE ÁGUA POR MEIO DA CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR: PROGRAMAÇÃO PARA ORÇAMENTO DE SISTEMA DE AQUECIMENTO.

Maria Lúcia Aquino Pereira Marques¹

Angélica Ferreira da Silva²

Jéssica Emmanuelle Queiroz Araújo³

Túlio Henrique da Silva Queiroz⁴

Iago Daniel Alvim de Almeida⁵

Adriana Alves Marinho⁶

Engenharia Civil



**cadernos de
graduação**

ciências exatas e tecnológicas | FIs

ISSN IMPRESSO 1980-1777

ISSN ELETRÔNICO 2357-9919

RESUMO

O aquecimento de água pela utilização de coletores solares vem crescendo a cada década. Os aquecedores solares domésticos, largamente empregados na atualidade para produção de energia térmica solar a baixas temperaturas, têm sido objeto de várias pesquisas e estudos desde a década de 1950. Com o objetivo de reduzir gastos, utilizar menos recursos naturais e reduzir a poluição, a população tem procurado utilizar novas tecnologias que levem à sustentabilidade. Estes sistemas com coletores, entretanto, são ainda relativamente caros, e por isto, inacessíveis à maior parte da população. Por esta tecnologia ainda ter custo elevado, é adequado e importante a elaboração de um software que torne prática, ágil, e econômica a utilização da mesma. O software desenvolvido tem por finalidade obter a quantidade de materiais a serem utilizados no aquecimento de uma determinada quantidade de água, que serão calculados de acordo com consumo diário de água por pessoa e a partir destes dados é gerado o orçamento. Os dados de entrada no programa será a quantidade de pessoas. O programa escreverá detalhadamente os materiais a serem utilizados e o orçamento final. A função do software é otimizar projetos de aquecimento de água atendendo às diversas situações.

PALAVRAS - CHAVE

Aquecimento de Água. Sustentabilidade. Software.

ABSTRACT

Water heating by using solar collectors is growing every decade. Domestic solar water heaters, widely used today for the production of solar thermal energy at low temperatures, have been the subject of several studies and research since the 1950s. Aiming to reduce spending, use less natural resources and reduce pollution, the population has been seeking to use new technologies that lead to sustainability. These systems with collectors, however, are still relatively expensive, and therefore, inaccessible to most people. This technology still has a high cost, so it is appropriate and important the development of software that makes the use more practical, responsive, and economical. The developed software intends to find out the amount of material necessary to heat a quantity of water, and the computation will be made based on daily water consumption per person. The input data of the program is the amount of people. The program will detail the materials to be used and the final budget. The purpose of the software is to optimize water heating projects given the different situations.

KEYWORDS

Heating Water. Sustainability. Software.

1 INTRODUÇÃO

O presente estudo teve como ponto principal a captação de energia solar com a finalidade de aquecer um determinado volume de água. No mundo atual, a cada dia que passa, a busca por tecnologias que aumentem a eficiência do uso de energia, reduzindo o consumo de recursos naturais, e que gerem menos resíduos e poluição é cada vez mais constante e necessária. A captação da energia solar é uma das soluções para problemas de suprimento de energia, é a fonte alternativa ideal por ser abundante, permanente, renovável, não poluir, não prejudicar o ecossistema e é gratuita. Porém, a energia solar ainda é pouco utilizada no mundo, pois o custo de fabricação e instalação dos painéis solares ainda é muito elevado, outro problema é a dificuldade de armazenamento da energia solar.

Dentro desse contexto, questiona-se: Qual a importância de se ter um sistema de captação de energia solar para aquecimento de água? Será que os custos podem ser reduzidos?

Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivos: identificar a necessidade de implantação de sistema de aquecimento de água por captação de energia solar; relacionar os equipamentos a serem utilizados; e analisar por meio de cálculos qual o melhor e mais econômico sistema a ser implantado.

Como justificava para este trabalho tem-se que a população mundial vem crescendo de forma acelerada, fazendo com que a gestão adequada dos recursos naturais seja um fator fundamental para garantir que a sociedade se desenvolva com segurança e qualidade de vida, ou seja, de forma sustentável.

A metodologia baseou-se em Pesquisa Bibliográfica/Documental, onde foram coletadas informações em artigos acadêmicos referentes ao tema proposto, tendo como base as experiências dos autores.

2 ENERGIA SOLAR

O Sol é, sob todos os aspectos, responsável direto pela manutenção da vida em nosso planeta; e é a origem de todas as formas de energia conhecidas, direta ou indiretamente. Ele dá origem a todas as formas de energia. É uma fonte inesgotável de energia comparada com todas as outras utilizadas no nosso planeta. Anualmente, o consumo mundial de energia é cerca de dez mil vezes a energia que a Terra recebe do Sol. Contudo, a ciência precisa desenvolver formas para o melhor aproveitamento de todo esse potencial em seu benefício.

Algumas questões de grande importância para o futuro da humanidade como os problemas ambientais, as fontes de energia não renováveis, e a crescente demanda mundial de energia, coloca em destaque o uso da energia solar como uma alternativa de sucesso para este milênio (ALVARENGA, 2001).

Segundo Bezerra (1982) o uso da energia solar vinda do Sol é feita por meio da captação de qualquer energia: luminosa e/ou calorífica, que é transformada em algo melhor utilizável pelo ser humano, como por exemplo, a energia mecânica ou elétrica. Já Cometta (1985), diz que a energia solar é a energia irradiada pelo Sol, energia essa não poluente e inesgotável.

Atualmente, as fontes de energia que podem ser utilizadas pelo homem são muito citadas devido à preocupação sobre esgotamento da energia não renovável. Para Netto (2006) os ciclos naturais de conversão da radiação solar dão origem às energias renováveis, fonte primária de grande parte da energia disponível na Terra, com isso pode-se dizer que são praticamente inesgotáveis e não alteram balanço térmico do planeta: energia solar, energia eólica, biomassa e hidro energia são as formas mais conhecidas.

A partir da energia solar é que são derivadas todas as fontes de energia renováveis. Para Calvin, prêmio Nobel de química, afirma que: "a quantidade de energia solar que atinge a Terra em dez dias é equivalente a todas as reservas de combustível conhecidas" (LAFAY, 2005).

2.1 CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

O uso da energia solar para o aquecimento de água é uma forma de obter fonte de energia abundante e gratuita.

Uma das aplicações de maior viabilidade de uso, também, como as células fotovoltaicas é o uso dos coletores solares para o aquecimento de água. Contudo, estes sistemas com coletores não possuem um preço acessível para maior parte da população.

Segundo Bezerra (2004), os aquecedores solares de água funcionam de modo muito simples. Um exemplo bem comum é quando deixamos sob ação do sol, um automóvel fechado por certo tempo. Quanto mais a cor do automóvel se aproxima da cor preta, a radiação solar se torna mais presente tanto na parte externa, quanto na interna do mesmo.

Para Mendes (1998, p. 82), "a conversão direta da energia solar em energia elétrica pode ocorrer através de dois processos: conversão termoelétrica e conversão fotoelétrica, cada um deles podendo ser realizado de diversas maneiras".

Sobre captação de energia solar é importante ressaltar que:

As células solares, dispostas em painéis solares já produziam eletricidade nos primeiros satélites espaciais e, atualmente, são uma solução para a eletrificação rural, com clara vantagem sobre alternativas. A energia elétrica obtida a partir destas células pode ser usada de maneira direta, como para se retirar água de um poço com uma bomba elétrica, ou ser armazenada em acumuladores para ser utilizada durante a noite. É possível, inclusive, inserir a energia excedente na rede geral, obtendo um importante benefício (WOLFGANG, 1994, p. 67).

Desde a década de 1950, os aquecedores solares domésticos vêm sendo objeto de estudos e pesquisas. São muito utilizados na atualidade para produção de energia térmica solar a baixas temperaturas.

Os coletores são usados para aquecer a água com a energia solar. Geralmente possuem mais de um sistema de aquecimento, eles são ligados em paralelo por um armazenador térmico de cobre ou inox e tubos para condução de calor.

O custo dos coletores equivale a metade do custo total de um sistema de aquecimento de água. O melhor arranjo dos tubos é aquele de espaçamento zero entre estes.

A capacidade de absorção de calor é a grandeza mais comum que pode ser atribuída aos coletores, que geralmente tem sua área de exposição na cor preta.

Com relação ao uso de energia solar no Brasil diz que:

No Brasil, embora a geração de energia solar ainda seja pequena, estima-se que a produção gere anualmente cerca de 20 milhões de megawatts-hora de eletricidade, o suficiente para abastecer 15 mil residências de dois cômodos. Ainda é pouco, visto que o nosso país é um dos mais ricos no mundo em incidência de raios solares. Alguns municípios do Nordeste, como Petrolina (PE), Floriano (PI) e Bom Jesus da Lapa (BA), por exemplo, recebem intensidade de luz solar comparável à registrada em Dongola, no Sudão, o ponto do planeta onde o Sol incide com maior potência (RODRIGUES, 2002)

3 AQUECIMENTO DE ÁGUA POR MEIO DA CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR

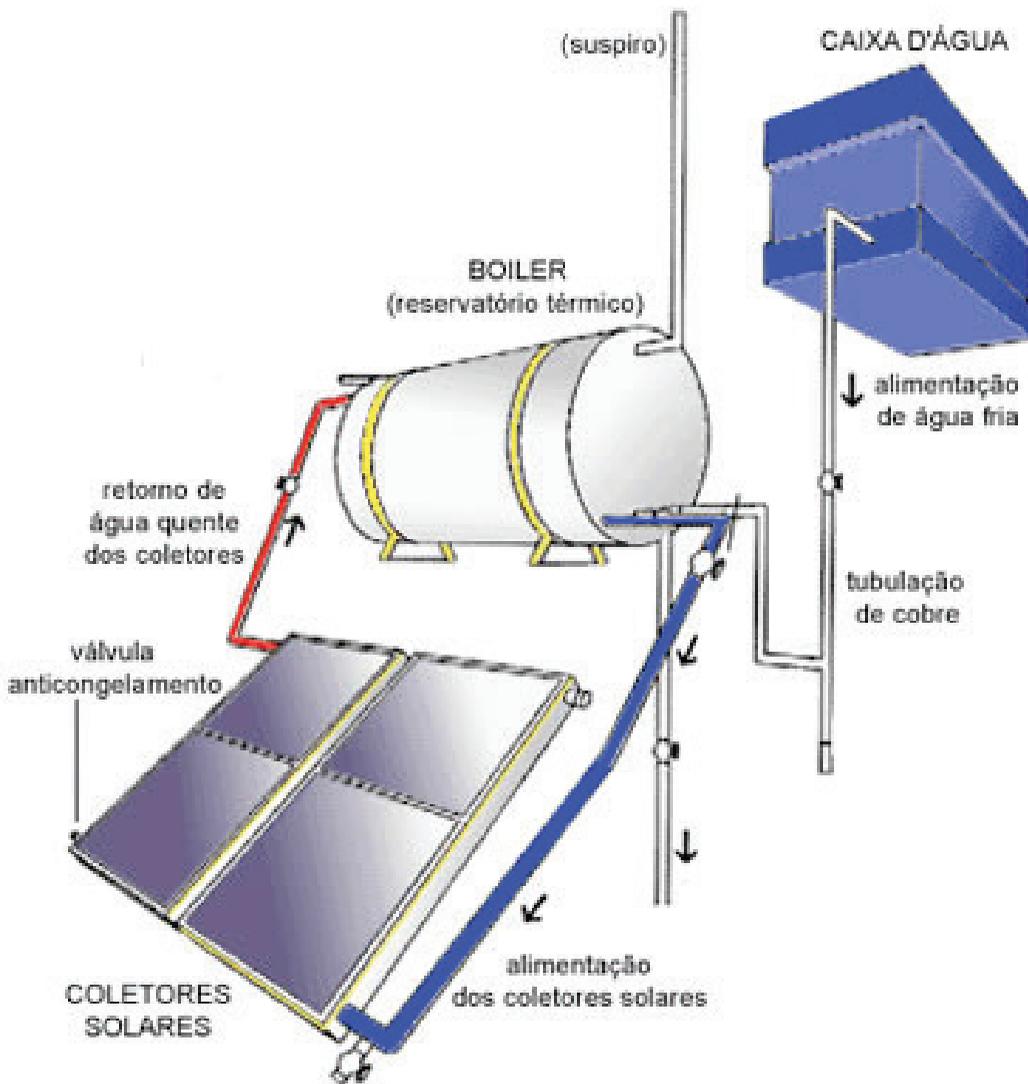
Segundo Cavalcante (1999, p. 2) “a energia solar é a forma de energia limpa mais abundante na natureza. Consequentemente, os aquecedores solares estão invadindo residências, hotéis, indústrias, edifícios, propriedades rurais e demais lugares onde são necessários”.

Sobre sistema de aquecimento de água por energia solar tem-se que:

Um sistema básico de aquecimento de água por energia solar é composto por placas coletoras solares e um reservatório de água conhecido como Boiler. As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar. A energia térmica absorvida pelas placas é transmitida para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre. O reservatório térmico é um recipiente para armazenamento de água aquecida. São cilindros de cobre ou de aço inoxidável, porém isolados termicamente com poliuretano sem CFC (Cloro-fluor-carbono), para diminuir ao máximo as perdas de calor pelo processo de condução térmica. Dessa forma, a água permanece aquecida e pronta para o consumo a qualquer hora do dia ou da noite. A caixa de água fria alimenta o reservatório, mantendo-o sempre cheio. A água circula entre os coletores e o reservatório graças a um processo chamado de termofissão. Nesse processo, a água dos coletores, que é mais quente, é menos densa que a água do reservatório, portanto, a água fria mais densa empurra a água

quente para o reservatório, gerando a circulação. Em sistemas mais sofisticados, em que o volume de água é maior, como em piscinas, por exemplo, a circulação da água é feita com o auxílio de motores hidráulicos (CAVALCANTE, 1999, p. 4).

Um esquema de sistema de aquecimento de água por energia solar pode ser visto abaixo:



Fonte: Disponível em: <http://www.brasilecola.com/fisica/aquecimento-agua-por-energia-solar.htm>

Algumas explicações são necessárias para o sistema de aquecimento solar, trata-se de um conjunto com: coletor, boiler e conexões. O coletor é a placa para

captação da energia dos raios solares, transformando-a no calor que aquece a água fria, seu número varia de acordo com a capacidade do boiler, que é o reservatório que armazena a água quente, e dependendo do tamanho de cada coletor podem ser usadas uma ou duas placas para boilers de até 100 litros, quatro para 200 litros, e assim por diante. Como regra geral, o boiler deve ser instalado em posição superior aos coletores. Estes devem estar voltados para o norte, e sua inclinação deve ser igual ao ângulo da latitude local acrescido de 5 a 10 graus.

4 METODOLOGIA

Para a elaboração deste projeto foi necessário pesquisar o consumo diário de água por pessoa e valores de equipamentos a serem utilizados em um sistema de aquecimento de água por energia solar.

Esta proposta tem como finalidade o orçamento de um sistema de aquecimento de água, utilizando equipamentos como: boiler e placas solares, que de acordo com a quantidade de água consumida diariamente por pessoa, o cálculo mostrará o resultado.

Para o modelo de software montado foram utilizados dados pesquisados, como por exemplo: para cada 100 Litros no boiler são necessárias aproximadamente 02 placas solares, dado este que depende do tamanho de cada placa, e assim por diante. Outro dado utilizado foi o consumo diário por pessoa, que segundo vários autores variam de 20 a 50 Litros, para este projeto foram utilizados 30 Litros.

Diante destes dados o programa segue as seguintes etapas: Primeiramente o programa pede para inserir a quantidade de pessoas que residem ou utilizam o estabelecimento; depois o programa faz a leitura do dado e o multiplica pelo valor do consumo diário de água por pessoa, que é um dado invariável; após a multiplicação, o programa terá a quantidade de litros por pessoa consumidos por dia, e a partir deste valor terá a capacidade que o Boiler precisará ter. Para a quantidade de litros consumidos o programa mostra: de 1 a 100, boiler de 100L; de 101 a 200, boiler de 200L, e assim por diante. Finalizando em boiler de 1000L; obtendo a capacidade do boiler, terá, também, a quantidade de coletores necessários para o aquecimento, que é calculado da seguinte maneira: para cada 100L, 02 coletores solares, ou seja, para cada boiler de 100 terão 2 placas, para cada boiler de 200 terão 4 placas solares, e assim por diante; feito todos os cálculos o programa mostra o a capacidade do boiler, a quantidade de placas necessárias, e mostrar o valor do orçamento de acordo com a tabela.

Os dados utilizados no software foram obtidos por meio de pesquisa. Segue Tabela abaixo:

Tabela 1 – (Relação entre capacidade do boiler e o valor por litros consumidos).

ITENS	VALOR
Boiler 100 Litros	R\$900,00
Boiler 200 Litros	R\$999,00
Boiler 300 Litros	R\$1.219,00
Boiler 400 Litros	R\$1.376,00
Boiler 600 Litros	R\$1.639,00
Boiler 700 Litros	R\$1.850,00
Boiler 800 Litros	R\$1.950,00
Boiler 900 Litros	R\$2.100,00
Boiler 1000 Litros	R\$2.300,00
Placas Solares	R\$350,00
Consumo diário de água/Pessoa	50 Litros

Fonte: Global Aquecedor Solar/ Sempre Sustentável

5 LINGUAGEM FORTRAN

A linguagem de programação Fortran foi utilizada para o desenvolvimento do projeto, através do software Force 3.0 disponibilizado na internet.

Abaixo segue o código referente ao orçamento para o problema proposto:

```

program aquece_agua
implicit none
integer QP, QC, C
write(*,*)"Escreva o número de pessoas que utilizarão o estabelecimento ou a residência"
read(*,*) QP
QC= QP*50
write(*,*) "O consumo diário de água é aproximadamente", QC, "L"
if (QC .lt. 101) then
write(*,*)"São necessários 01 Boiler de 100L e 02 Placas Solares"

```

```

C= 900+(2*350)
write(*,100)"O custo total dos materiais necessários será de R$"; C
100 format (A50, F8.2)
end if
if(QC.GT.101 .AND. QC.LE.200)then
Write(*,*)"São necessários 01 Boiler de 200L e 04 Placas Solares"
C= 999+(4*350)
write(*,100)"O custo total dos materiais necessários será de R$"; C
end if
if(QC.GT.201 .AND. QC.LE.300)then
Write(*,*)"São necessários 01 Boiler de 300L e 06 Placas Solares"
C= 1.219+(6*350)
write(*,100)"O custo total dos materiais necessários será de R$"; C
end if
if(QC.GT.301 .AND. QC.LE.400)then
Write(*,*)"São necessários 01 Boiler de 400L e 08 Placas Solares"
C= 1.376+(8*350)
write(*,100)"O custo total dos materiais necessários será de R$"; C
end if
if(QC.GT.401 .AND. QC.LE.600)then
Write(*,*)"São necessários 01 Boiler de 600L e 12 Placas Solares"
C= 1.639+(10*350)
write(*,100)"O custo total dos materiais necessários será de R$"; C
end if
if(QC.GT.601 .AND. QC.LE.700)then
Write(*,*)"São necessários 01 Boiler de 700L e 14 Placas Solares"
C= 1.850+(14*350)
write(*,100)"O custo total dos materiais necessários será de R$"; C
end if
if(QC.GT.701 .AND. QC.LE.800)then
Write(*,*)"São necessários 01 Boiler de 800L e 16 Placas Solares"
C=1.950+(16*350)
write(*,100)"O custo total dos materiais necessários será de R$"; C
end if
if(QC.GT.801 .AND. QC.LE.900)then
Write(*,*)"São necessários 01 Boiler de 900L e 18 Placas Solares"
C=2.100+(18*350)
write(*,100)"O custo total dos materiais necessários será de R$"; C
end if
if(QC.GT.900)then
Write(*,*)"São necessários 01 Boiler de 1000L e 20 Placas Solares"
C=2.300+(20*350)
write(*,*)"O custo total dos materiais necessários será de R$"; C
end if
end

```

6 CONCLUSÕES

Diante da crescente preocupação com a preservação ambiental e a saúde da população, fica claro que é necessário buscar soluções cada vez mais eficientes para minimizar os danos ambientais e à saúde, e que sejam economicamente viáveis.

Por meio da implantação de sistemas de captação de energia solar, além da economia, há o uso de energia renovável, não poluente e sustentável. O sistema só traz benefícios para a população.

A cada ano novas tecnologias são desenvolvidas com o intuito de melhorar a vida humana, mas o que deve ser observado é a escolha do processo para que se obtenha o aproveitamento adequado, e que sejam minimizados todos os custos.

O Sistema de aquecimento de água é bastante viável, pois proporciona uma grande economia futura, sendo importante tanto no impacto ao ambiente, quanto à qualidade de vida da população.

Conforme determina o artigo 3 da lei municipal 14.459/07, desde julho de 2008 é obrigatório na cidade de São Paulo o uso de aquecedores solares em residências com quatro ou mais banheiros, no sistema de aquecimento de piscinas e em estabelecimentos que fazem uso intensivo de água quente, tais como academias, hotéis, clínicas, entre outros.

A lei, também, define que residências novas com até três dormitórios tenham pelo menos a infraestrutura instalada para futuramente receber o sistema de aquecimento, isto é: tubulação em cobre ou em outro material adequado a água quente, tal como o CPVC.

Além da criação de leis de obrigatoriedade do uso dos aquecedores solares, há outros dois tópicos essenciais que fazem a diferença na hora de investir no produto: a preservação do meio ambiente e a economia.

O primeiro quesito é de fundamental importância, visto que é com base nele que as leis de incentivo foram criadas. De acordo com um levantamento do Departamento Nacional de Aquecimento Solar (DASOL) da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA), cada 1 m² de coletor instalado permite os seguintes benefícios para o meio ambiente: evitar a inundação de 56 m² para geração de energia elétrica; economizar 66 litros de diesel por ano; economizar 55 kg de gás de cozinha por ano; evitar o uso de usinas termo elétricas e de energia nuclear; economizar 73 litros de gasolina por ano; eliminar a queima de 220 kg de lenha por ano; proporcionar a economia com gasto de energia elétrica.

Quanto ao critério econômico, o aquecedor solar, também, proporciona benefícios. Segundo o mesmo levantamento, a economia nos gastos com a conta de luz pode chegar a 70%, o que propicia um retorno rápido do investimento. Além disso, a instalação de sistemas de aquecedor solar valoriza o imóvel.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, C. A. – **Energia Solar**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2001;

BEZERRA, A. M. **Como funciona um aquecedor solar de água**. Disponível em: <<http://www.hidrovector.com.br/ebook-aquecedor.asp>>. Acesso em: 10 maio 2013.

BEZERRA, A. M. **Energia Solar**: aquecedores de água. Curitiba: Livraria Itaipu, 1982.

CAVALCANTE, KLEBER. **Aquecimento da Água por Energia Solar**. Brasil Escola. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/fisica/aquecimento-agua-por-energia-solar.htm>>. Acesso em: 13 maio 2013

COMETTA, E. **Energia solar**: utilização e empregos práticos. São Paulo: Hemus, 1985.

LAFAY, J. M. S. **Análise Energética de Sistemas de Aquecimento de água com Energia Solar e Gás**. Tese de Doutorado. PROMEC/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2005.

MENDES, J.E. **Energia Solar**. São Paulo: Cortez, 1998.

NETTO, C. Q. **Análise de um pequeno sistema solar instalado no interior do estado de Minas Gerais**. 2006. 40f. Monografia. (Especialização em Formas Alternativas de Energia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PROJETO experimental do reuso de água do banho familiar para as descargas no vaso sanitário. Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/reuso-deagua/reuso-de-agua-do-banho.htm>>. Acesso em: 15 maio 2013.

REVISTA ARQUITETURA & CONSTRUÇÃO. **Sistemas de Aquecimento de Água**. Disponível em: <<http://www.catep.com.br/dicas/SISTEMAS%20DE%20AQUECIMENTO%20DE%20AGUA.htm>>. Acesso em: 17 maio 2013.

RODRIGUES, Sérgio Gasques. Energia Solar. **Revista Eletrônica de Ciência**, n.8, 2002. Disponível em: <http://www.cdcc.usp.br/ciencia/artigos/art_08/energiasolar.html>. Acesso em: 14 maio/2013.

VEIGA-NETO, A.J. **Ciência, ética e educação ambiental, num cenário pós-moderno. Educação & Realidade.** Porto Alegre, 2, 1994, p.141-170.

WOLFGANG, P. **Energia Solar e Fontes Alternativas.** São Paulo: Pioneira, 1994.

Data do recebimento: 9 de junho de 2013

Data da avaliação: 15 de agosto de 2013

Data de aceite: 8 de março de 2014

1 Graduando do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

2 Graduando do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

3 Graduando do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

4 Graduanda do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

5 Graduando do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Integrada Tiradentes – FITS.

6 Professora do Curso de Engenharia Civil da Faculdade Integrada Tiradentes

FITS. E-mail: victoriia.lopes@hotmail.com