



**XI-006 – AVALIAÇÃO DE SISTEMA SOLAR PARA AQUECIMENTO DE  
ÁGUA DO CHUVEIRO DE CASAS POPULARES NA CIDADE DE JANAÚBA  
– MINAS GERAIS**

**Flávia Thaís Pereira Santos<sup>(1)</sup>**

Cursando o 4º período de Engenharia Civil das Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros.

**Érico Mateus Batista**

Cursando o 4º período de Engenharia Civil das Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros.

**Jenny Efigênia Silva**

Cursando o 4º período de Engenharia Civil das Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros.

**Sheila Abreu Mourão**

Pós doutora em Biologia Animal (UFV) e Fitotecnia (Embrapa Milho e Sorgo); Doutora em Fitotecnia (UFV); Mestre em Entomologia (UFV); Pós-graduada em Nutrição mineral de Plantas (ESALQ) e Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professora dos cursos de Engenharia Civil Engenharia de Produção das Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros e dos cursos de Engenharia Ambiental, Civil e Elétrica das Faculdades Santo Agostinho de Montes Caros.

**Emerson Batista Ferreira Mota**

Orientador: Especialista em Análise Matemática (UNIMONTES), Mestre em Educação Matemática (UAA) e Doutorado em Educação Matemática (UAA). Graduado em Matemática pela PUC-MINAS. Professor dos cursos de Engenharia Civil, Produção e Mecânica das FIPMoc e do curso de Matemática e Engenharia Civil UNIMONTES.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Tupiniquins, 583 - Melo – Montes Claros - MG - CEP: 39401-070 - Brasil - Tel: (38) 9245-4477; e-mail: [flaviathais11@hotmail.com](mailto:flaviathais11@hotmail.com)

**RESUMO**

O presente projeto propôs uma reflexão sobre a viabilidade da utilização da energia solar para aquecimento de água. O público alvo participante nesse estudo é formado por adultos, moradores no Condomínio Residencial Dona Lindú, na cidade de Janaúba - MG, que possuem em suas residências o sistema de aquecimento solar. Tendo como suporte a pesquisa de caráter exploratória com procedimentos de aplicação de questionário, com questões objetivas versando sobre assuntos referentes às informações técnicas, utilização, pontos positivos e negativos do sistema. Formalizaram-se os resultados obtidos a fim de que os dados revelem o que é ou não realidade e o que deve ser mantido ou modificado, mantendo a imparcialidade, a objetividade e o cuidado ético de respeitar a opinião do informante. Tendo em vista que a energia solar é uma das alternativas mais promissoras na atualidade no que se refere à redução de gastos e à sustentabilidade, uma vez que defende uma forma ecológica de produção de energia, este projeto irá colaborar com a sociedade, pois apresentará resultados que poderão incentivar a utilização do sol que é uma fonte inesgotável de energia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Engenharia Civil, Sustentabilidade, Custo-benefício, Aquecedor solar.

**INTRODUÇÃO**

Os aquecedores solares tornaram-se populares, tanto para a classe média como para a classe baixa, pois seus benefícios como o custo de energia é uma grande vantagem para todos, inclusive para o Brasil que já adquire uma energia alternativa e reduz os gastos. No Norte de Minas Gerais a eficiência deste equipamento é ainda maior pois o índice de radiação solar é muito alta, há lugares que a água esquentada tanto que economiza até no gás de cozinha.

A pesquisa tem por objetivo incentivar as pessoas a optarem pelo sistema de aquecimento solar, que apresenta um custo-benefício significativo ao longo do tempo.

Com isso deve haver mais informações para que ocorra maior interesse na utilização dele. Por meio de integrais definidas no cálculo diferencial e integral II, é possível calcular o volume da água nos vários tipos de reservatórios, e esboçar essa relação por meio de gráficos.

Portanto, essa pesquisa teve como objetivo demonstrar a satisfação da população moradora do Condomínio Residencial Dona Lindú, localizado na cidade de Janaúba – MG, com a utilização de energia solar para o aquecimento da água em casas populares.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área escolhida para o desenvolvimento da pesquisa foi o município de Janaúba, situado no Norte do Estado de Minas Gerais, denominada região da Serra Geral, de biomas caatinga e serrado, a cidade é hoje a maior produtora de banana de toda a nação, sendo responsável pelo abastecimento de banana de todo o mundo.

Este projeto de pesquisa de campo quantitativa de caráter exploratório, que foi elaborada através de questionários feitos pelos alunos do 4º período matutino do curso de engenharia civil das Faculdades Integradas Pitágoras – Montes Claros para um grupo amostral de pessoas adultas, com idade acima de 18 anos e moradoras do Condomínio Residencial Dona Lindú, que são as casas populares de Janaúba - MG, no qual todas as casas possuem aquecedores solares. Cada casa possui cinco cômodos, além de uma área verde, área de lazer e vias pavimentadas.

As casas populares pertencentes ao “Condomínio Residencial Dona Lindú” possuem em sua maioria duas áreas externas geralmente localizadas na frente e no fundo, de aproximadamente (1,50m x 2,15m) 3,22 m<sup>2</sup> e 160 m<sup>2</sup> respectivamente, utilizadas como áreas verdes, garagem e outros fins por seus respectivos moradores além de serem uniformemente projetadas com 42,1 m<sup>2</sup> de edificação dividida em cinco cômodos, constituídos por 1 sala (13,39 m<sup>2</sup>), 1 cozinha (5,95 m<sup>2</sup>), 2 quartos (8,23 m<sup>2</sup>) e (7,20 m<sup>2</sup>) e 1 banheiro (3,92 m<sup>2</sup>) como ilustra a Figura 1.

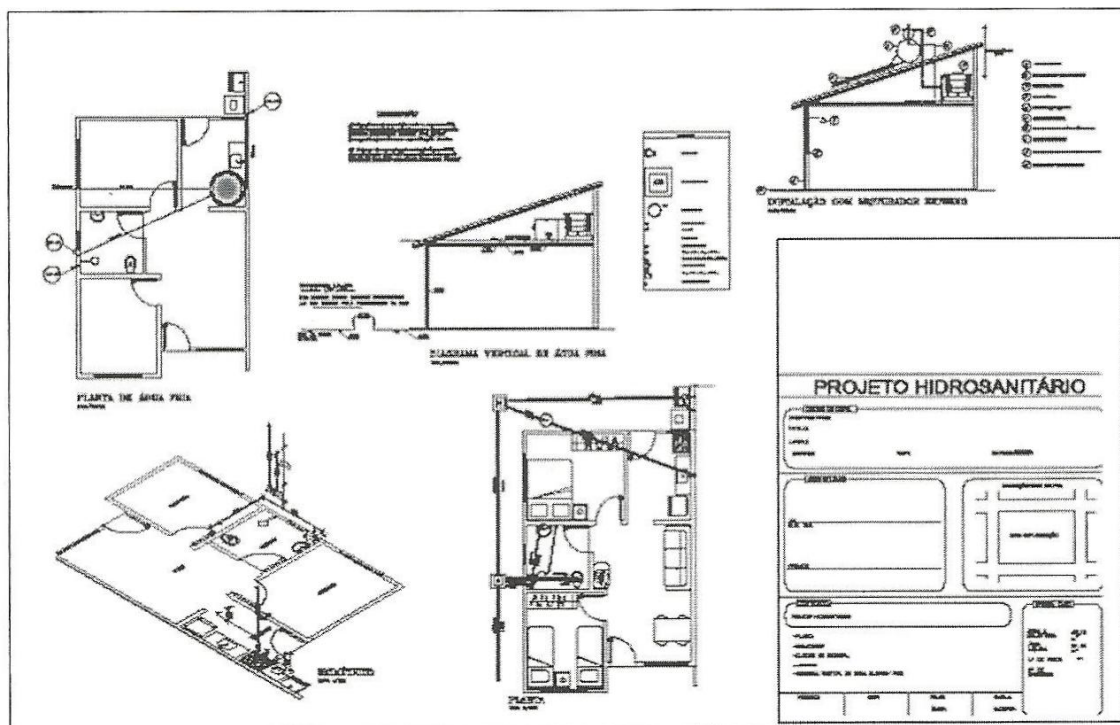


Figura 1. Projeto construção das casas populares com a instalação do aquecedor solar.  
Fonte: Prefeitura Municipal de Janaúba ou Construtora Realiza.



Os moradores que já residem a aproximadamente um ano no referido condomínio contam com as 26.867,53 m<sup>2</sup> de vias pavimentadas, 6,371m rede de esgotos fornecidos pela Companhia de Abastecimento de Água de Minas Gerais (COPASA), e postes para a iluminação pública.

Para atingir os objetivos deste estudo de campo realizou-se uma pesquisa de caráter exploratório e abordagem quantitativa, por meio da aplicação do questionário abaixo para 18 moradores representantes de diferentes casas do Condomínio Residencial Dona Lindú, com idade acima de 18 anos, que possuem em suas casas o sistema solar para aquecimento de água do chuveiro. As entrevistas foram efetuadas no dia 11 de maio de 2013, com o intuito de avaliar o índice de aceitação do aquecedor solar.

Segue abaixo o questionário feito aos moradores:

1 - Nome: \_\_\_\_\_

2 - Há quantos moradores na casa? 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( )

3 - A quanto tempo utilizam energia solar para aquecimento de água?  
( ) 6 meses ( ) 1 ano ( ) 1,5 ano ( ) 2 anos ( ) outros

4 - Alguma vez faltou água? Fria ou quente. Sim ( ) Não ( )

5 - Utilizam energia elétrica? Sim ( ) Não ( ), caso SIM: Para que: \_\_\_\_\_

6 - Após a instalação do equipamento de energia solar houve redução da taxa de energia elétrica?  
Sim ( ) Não ( )

7 - No inverno ocorre a falta de água quente? Sim ( ) Não ( )

8 - Quando chove a água que tem no reservatório sai fria? Sim ( ) Não ( )

9 - Quando chove vocês aproveitam a água de chuva? Calhas ou reservatórios?  
Sim ( ) Não ( ), Caso SIM:

Utilizam algum processo de limpeza: ( ) Não ( ) Sim, qual: \_\_\_\_\_

10 - Vocês aprovaram este sistema de aquecedor solar? Sim ( ) Não ( )

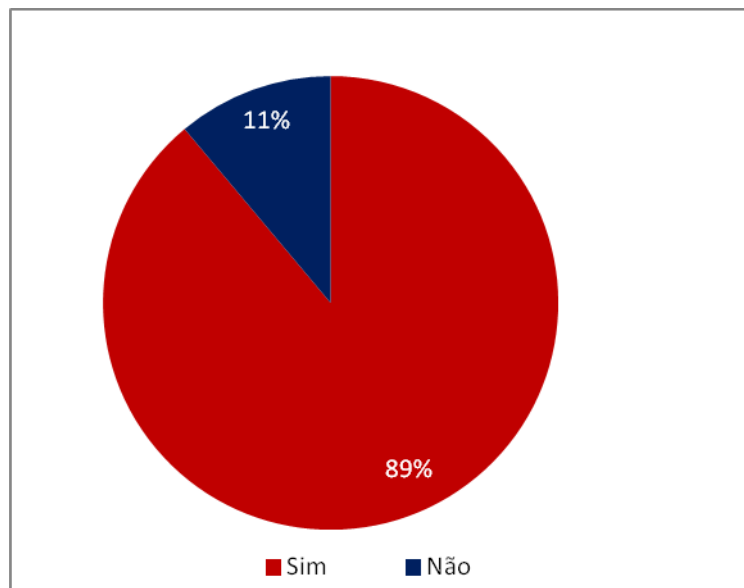
Caso SIM: aponte os pontos positivos: \_\_\_\_\_

Caso NÃO: aponte os pontos negativos: \_\_\_\_\_

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Aita (2006, p.1), com o grande desenvolvimento tecnológico, o aumento populacional e a crescente necessidade humana de utilização de energia, o meio ambiente poderá sofrer um grande desequilíbrio, com inundações e desmatamentos para a construção de hidrelétricas, contudo a energia solar usada para o aquecimento de água é tomada como mais vantajosa, tanto ecológica quanto financeiramente, assim a energia do sol, sendo limpa e gratuita, contribuirá para a estabilidade da enorme demanda energética global.

Após a tabulação dos dados do questionário feito aos moradores pôde-se, por meio de gráficos e até mesmo tabelas, expor todos os resultados, sendo de fácil e rápida interpretação por parte do público-alvo, concluindo se é recomendável a sua instalação ou não, assim como o Gráfico 1 representa.



**Gráfico 1. Pessoas que recomendam e não recomendam o uso do aquecedor solar nas casas populares de Janaúba – MG – 2013.**

Segundo os moradores entrevistados os aquecedores solares são recomendáveis, especialmente devido a economia no consumo de energia elétrica. Ressalta-se que 50% dos entrevistados mencionaram possível economia de gás de cozinha por utilizarem a água quente proveniente do sistema solar de aquecimento de água para fazer cozinhar, exemplificando o uso para o preparo de café, chás e outros.

“O Brasil, por ser um país de dimensões continentais e possuir grande parte de sua área distribuída na região dos trópicos, apresenta elevada disponibilidade de radiação solar.” ( AITA, 2006, p. 16).

Devido Janaúba ser uma região semiárida, de temperatura elevada, os dois moradores que não recomendam o aquecedor solar, reclamaram pelo motivo da água sair muito quente, podendo causar pequenas queimaduras, mas esse problema pode ser resolvido facilmente, uma vez que cada casa possui reguladores dos aquecedores, tendo uma torneira que sai a água do reservatório solar e outra que sai a água da caixa d’água que normalmente é fria.

Bezerra (1998 apud SIQUEIRA, 2009, p.6) relata que a variação da distância terra-sol, influência no fluxo de radiação que nosso planeta recebe do sol, sendo esta diferença de aproximadamente 3%. Assim no início de janeiro a terra está mais próxima do sol, já no início de julho essa distância cresce pra 3,3% e por isso a radiação chega a terra 7% menor. Para que haja um melhor aproveitamento da radiação solar devemos ter uma atenção especial na montagem do sistema de aquecimento, para que seja absorvida ao máximo essa energia.

Para Nogueira e Domingues (2007, p.3), deve-se levar em consideração vários requisitos na hora da montagem do sistema de aquecimento, assim como o cálculo de água quente e do número de placas solares, e também escolha de materiais de boa qualidade para a confecção do coletor e reservatório, relacionado ao número de residentes da casa e o tipo de atividade que a água quente será submetida, pode-se obter a quantidade de água necessária para uso diário. De acordo com os autores, para que haja aproveitamento máximo da energia solar, o ângulo de inclinação dos coletores deve ser a latitude do local somado a quinze graus, assim as placas receberam radiação o dia inteiro.

A melhor posição para a instalação deve ser num local que fica permanentemente ao sol. Segundo Scola et al. (2003) “Os dados das irradiâncias solar direta e global para a superfície horizontal e da total em um plano inclinado igual a latitude local (20°)” . Considerando que o aquecedor solar tenha forma retangular a sua base deve ser paralela ao eixo leste oeste geográfico e perpendicular ao eixo norte e sul. Desta maneira o



aquecedor solar receberá uma incidência maior dos raios de sol durante o dia, uma vez que o sol nasce ao leste e se põe ao oeste.

No tocante à economia dos usuários com gastos de energia não foi possível contabilizar o valor, uma vez que, desde a construção das casas o sistema de aquecedor solar foi instalado. Entretanto, nota-se que há uma preferência por este sistema de aquecimento, pois todos os entrevistados informaram que utilizam a energia elétrica somente para as outras finalidades, como em eletrodomésticos e eletrônicos, não sendo usada no chuveiro, assim evitam este gasto que certamente iria impactar bastante no valor da fatura.

Segundo Duffie e Beckman (1980 apud SIQUEIRA, 2009, p.22), para que haja uma melhor absorção e aproveitamento da radiação solar, os materiais dos coletores solares devem ter alta transmissão e boa absorção de energia. O que ocorre muitas vezes é a perda de calor por conta da convecção e condução de calor, sendo ideal que a emissão de energia pelo sistema seja a mais baixa possível.

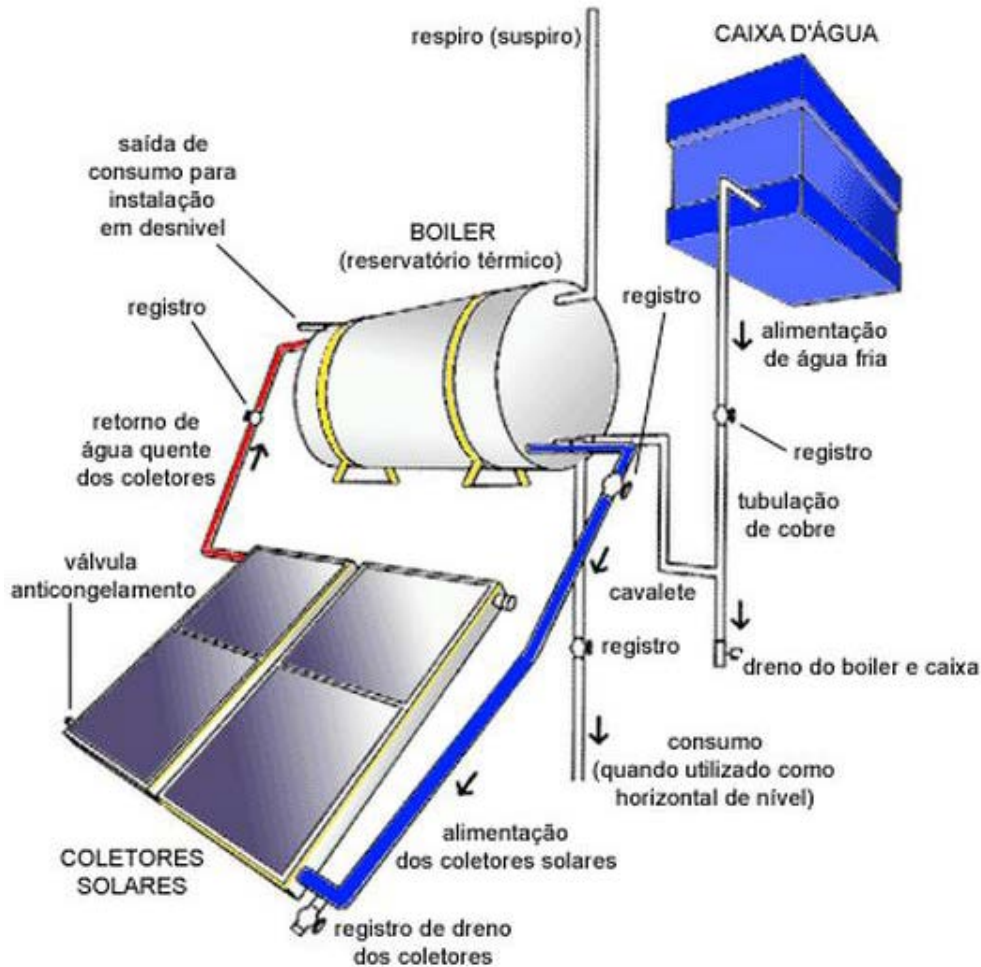
Ao serem questionados sobre a falta de água quente no inverno, 94% dos entrevistados informaram que este fato não ocorre, pois, até quando está chovendo a água do reservatório não esfria. Desta forma, é notável a preferência dos usuários pelo sistema de aquecimento solar, segundo eles, além de economizar na conta de energia, também há economia no gás de cozinha, por conta, da água quente proveniente do aquecedor.

Segundo Dantas; Carvalho e Castro Neto (2013, p.2) para armazenar água quente para a noite e a manhã do dia seguinte, deve-se observar o deslocamento do sol durante o dia, assim a instalação dos coletores deve estar mais voltada para oeste (pôr do sol), porém a exposição norte tem que ser maior. Por isso, a inclinação de melhor captação de energia solar diária e anual, é a noroeste.

Siqueira (2003, p.17), relata que na atualidade existe uma infinidade de programas de simulação de sistemas de aquecimento de água operando por energia solar, contudo, eles têm diferenças significativas quanto à precisão, o custo, os objetivos e os métodos de avaliação. Não é possível citar ou listar todos esses programas, pois muitos estão disponíveis apenas ao meio acadêmico não tendo divulgação, outros ainda, não estão concluídos totalmente ou são específicos para um tipo restrito de instalação.

Lima (2003) apud Siqueira (2009, p.21) otimizou projetos de sistemas de aquecimento solar de água em edificações residenciais utilizando o programa TRNSYS, que utiliza uma rotina de simulação numérica em longo prazo em regime transiente fornecendo como resultados a inclinação e a área da placa coletora que resulta no mínimo custo ao longo da vida útil do equipamento.

Siqueira (2003, p.1) conota que o sistema solar de aquecimento de água (SSAA) é operado por termossifão, auto - regulado, não havendo necessidade de controles, sendo o mais simples possível composto apenas por placas solares, reservatório térmico e tubulações hidráulicas, tendo em vista a não utilização de bomba para fazer a circulação da água nos canos, sendo conhecido também como sistema com circulação natural. Contudo para que aconteça toda a “mágica” é necessário de que o reservatório esteja acima do nível dos coletores, permitindo assim a circulação natural. A Figura abaixo ilustra este tipo de aquecedor:



**Figura 2. Sistema completo de aquecimento de água para uso residencial e, ou, industrial.**

Fonte: [http://www.deg.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/Agrometeorologia/5%20-%20RADIACAO%20SOLAR.pdf](http://www.deg.ufla.br/site/_adm/upload/file/Agrometeorologia/5%20-%20RADIACAO%20SOLAR.pdf)

Os sistemas de aquecimento são geralmente constituídos por mais de um coletor, ligados geralmente em paralelo, trabalhando em regime de termossifão ou fluxo forçado, sendo a primeira opção a mais empregada; por um armazenador térmico geralmente de cobre ou inox e de tubos para a condução de calor, geralmente o CPVC (Copolímero vinílico). Tais sistemas são de preço ainda relativamente caro, não estando acessível à maioria da população. Para uma residência com quatro pessoas, o sistema fica em torno de R\$ 3.000,00. (Costa, 2007, p.2)

## CONCLUSÕES

Levando em consideração os dados coletados na pesquisa de campo, chegou-se à conclusão de que a utilização de sistema solar de aquecimento de água reduziu consideravelmente o consumo de energia hidrelétrica nas residências das famílias entrevistadas.

Apesar de o custo de aquisição do sistema solar ainda situar-se em um patamar alto, sua utilização em longo prazo certamente equilibra a equação custo-benefício, pois há uma redução significativa no consumo de energia hidrelétrica.

No mesmo sentido, considerando os aspectos ambientais envolvidos e levando em conta a posição geográfica brasileira favorável à captação de radiação solar, a utilização dessa energia limpa é, sem sombra de dúvida,



uma iniciativa que deve sair do papel de projetos e serem realizadas, tanto pela sociedade civil quanto pelo governo.

Vale ressaltar que a falta de estímulo e o alto custo dos equipamentos só reforçam que a cultura brasileira não está voltada para o desenvolvimento sustentável. É necessário, neste aspecto, que se encare com mais seriedade o assunto, para que a utilização de energia solar passe a ser um hábito do brasileiro, em vez de ser uma prática inusitada, como é vista atualmente.

Por ser uma população com baixo poder aquisitivo da cidade de Janaúba, o projeto de aquecedores solar nas casas populares representa um grande avanço e de relevante benefício. Os custos provenientes da instalação dos equipamentos necessários foram compensados.

Além do impacto ambiental que esta ação representa a redução na taxa com gasto de energia também pode ser considerado. Isto porque o chuveiro representa um consumo muito grande de energia e ainda que os moradores já tenham recebido as casas com a instalação dos aquecedores e não ter notado de fato a redução desta taxa, eles sabem que caso não tivessem aquecedores solar teriam maiores despesas no orçamento familiar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AITA, Fernando. **Estudo do desempenho de um sistema de aquecimento de água por energia solar e gás**. 2006, 128 f. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
2. Artigo da cemig publicado no site <http://www.cecimig.fae.ufmg.br/wp-content/uploads/2008/08/monografia-aquecedor-solar.pdf>, acessado no dia 14 de maio de 2013.
3. CERVO, A.; BERVIAN, P. A.; SILVA, R. **Metodologia científica**. 6a ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
4. COSTA, R.N.A. **Viabilidades térmica, econômica e de materiais de um sistema solar de aquecimento de água a baixo custo para fins residenciais**. 2007, 78 f. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.
5. CORSATTO, C. E. *et al.* **Normas para elaboração de dissertações**. Janaúba: UNIMONTES, 2007. 37p.
6. DANTAS, A.A.A.; CARVALHO, L.G.; CASTRO NETO, P. **Radiação solar: aproveitamento da radiação solar**. Universidade Federal de Lavras – Departamento de engenharia núcleo de agrometeorologia e climatologia. Disponível em: <[http://www.deg.ufla.br/site/\\_adm/upload/file/Agrometeorologia/5%20-%20RADIACAO%20SOLAR.pdf](http://www.deg.ufla.br/site/_adm/upload/file/Agrometeorologia/5%20-%20RADIACAO%20SOLAR.pdf)>. Acesso em: 19/03/2013.
7. NOGUERIA, R.C.; DOMÍNGUES, E. T. **Aquecedor solar com material reciclável: um desafio a ser vencido**. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA. 2. , 2007, João Pessoa.
8. SCOLAR, J.; MARTINS, D.; ESCOBEDO, J.F. **Estimativa da irradiação total sobre uma superfície inclinada a partir da irradiação global na horizontal**. Revista Brasileira de Geofísica, v.21, p.249-258, 2003.
9. SIQUEIRA, A.M.O. **Desenvolvimento de um programa de simulação computacional de sistemas de aquecimento solar para água**. 2003, 147 f. Tese (Doutor em engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
10. SIQUEIRA, D.A. **Estudo de desempenho do aquecedor solar de baixo custo**. 2009, 143 f. Dissertação (Mestrado em engenharia química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros – FIPMoc, pelo incentivo à realização e publicação de pesquisas científicas.