

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA ANÁLISE DE FONTE ALTERNATIVA DE COLETOR SOLAR DE BAIXO CUSTO

Ramon Alves de Oliveira

Mestre em Gestão de Turismo e Meio Ambiente/ Centro Universitário UNA/ MG/ (Docente das FIPMoc)

ramonalves@yahoo.com.br

Murillo Ribeiro de Moura

Acadêmico de Engenharia de Produção/ Faculdades Integradas Pitágoras de Montes Claros - FIPMoc/ MG.

murillo-moura@hotmail.com

Resumo: Com o aumento do consumo de energia elétrica e tarifas, a procura por geração de energias alternativas vem crescendo gradativamente, principalmente que sejam de baixo custo, assim possibilitando uma maior inclusão social beneficiando também as residências de baixa renda. Com o espírito de inovação a pesquisa buscou ideias simples que possam contribuir para a sociedade buscando alternativas sustentáveis e de baixo custo para a economia de energia elétrica. Esse artigo teve como objetivo desenvolver um Coletor Solar de baixo custo. A metodologia utilizada foi quantitativa descritiva de caráter exploratório. Os procedimentos adotados foram uma pesquisa bibliográfica e desenvolvimento de um protótipo como procedimento experimental para coleta de dados. Dados os resultados nota-se que os testes realizados com o coletor solar de baixo custo, obteve um resultado com a temperatura da água para o banho de 37,1°C superior ao do chuveiro elétrico de 35,5°C. Com esse resultado o coletor solar se mostra, eficiente no quesito temperatura de banho e uma alternativa eficiente para a geração de energia térmica para aquecimento da água, além de reduzir a energia elétrica consumida em uma residência ao substituir o chuveiro tradicional que tem mais de 5000W, que é considerado um vilão para o consumo de energia elétrica.

Palavras- chave: Consumo de energia; Energia Alternativa; Coletor solar.

1 - INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica aumentou de forma significativa, fato que tem gerado grandes problemas socioambientais em nossos dias, segundo o EPE- Empresa de Pesquisa Energética (2013), O consumo residencial de eletricidade no Brasil cresceu 6% no primeiro semestre do ano em relação ao mesmo período de 2012. A base de consumidores teve expansão de 3,3%, somando mais de 62,6 milhões de unidades, um acréscimo de quase 2 milhões em um ano. A expansão do consumo das famílias também se deve ao aumento da posse e do uso de equipamentos eletrodomésticos. Com efeito, o consumo médio mensal por consumidor está em 161,3 kWh, um aumento de 2,2% em relação a junho do ano anterior. A procura de fontes alternativas para a geração de energia, principalmente que sejam sustentáveis e de baixo custo, de acordo com o WWF-Brasil (2012), apesar de ser conhecida como uma fonte de energia limpa com baixos níveis de emissão de gases de efeito estufa, as usinas hidrelétricas de grande porte, como as que estão sendo construídas na Amazônia, causam grandes impactos ambientais e sociais. Outras fontes renováveis de menor impacto ambiental podem e devem ter um papel mais relevante na matriz energética brasileira. O desenvolvimento de um Coletor Solar com o foco nas residências de baixa renda vem como alternativa de geração de energia térmica para o aquecimento da água do banho, possibilitando uma possível economia da energia elétrica gasta pelo chuveiro no aquecimento da água do banho, tornando possível a redução do valor

pago na conta de energia elétrica. A inquietação da pesquisa parte do pressupor de investigar a possibilidade de redução de consumo de energia de residências na cidade de Montes Claros-MG através de fontes alternativas. Acredita-se que as residências de baixa renda não utilizam coletores solar convencionais devido seu alto custo de aquisição. O objetivo geral deste estudo permite analisar uma fonte alternativa de energia através de um Coletor Solar de baixo custo para as residências. Os objetivos específicos foram: Conhecer os custos dos materiais utilizador na fabricação do coletor solar de baixo custo; Conhecer modelos alternativos de geração de energia térmica para aquecimento de água; comparar a eficiência e a eficácia do coletor solar com o sistema de aquecimento da água tradicional; Demonstrar planejamento orçamentário do coletor solar.

A pesquisa realizada foi quantitativa descritiva de caráter exploratório. Segundo Marcone e Lakatos (1999), as pesquisas se dividem em três grupos: quantitativo - descritivo, exploratórios e experimentais, consistindo em investigações de pesquisa empírica cuja principal finalidade é o delineamento ou análise das características de fatos ou fenômenos, qualquer um desses estudos pode utilizar métodos formais, que se aproximam dos projetos experimentais, caracterizados pela precisão e controle estatísticos, com a finalidade de fornecer dados para a verificação de hipóteses. No desenvolvimento do projeto do Coletor Solar, como procedimento experimental para a coleta de dados foi criado um protótipo onde foi mensurada as variáveis temperatura em função do tempo.

A montagem e fase de testes do protótipo foram realizadas nos mês de setembro de 2014. Após a realização da fase de testes, os dados foram tabulados e analisados onde possibilitará a verificação da eficiência do produto desenvolvido.

Foi realizada também uma pesquisa bibliográfica. A pesquisa bibliográfica de acordo com Marcone e Lakatos (1999), é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

O consumo de energia elétrica aumentou de forma significativa, segundo Andrade (1997), o consumo total de energia elétrica no Brasil cresceu em média à taxa anual de 7,8% nas últimas três décadas, fato que tem gerado grandes problemas socioambientais em nossos dias. O coletor solar a ser desenvolvido tem como objetivo reduzir o consumo de energia elétrica em residências de baixa renda utilizando a luz solar como fonte geradora de calor para o aquecimento da água do banho.

Segundo Reis (2011), a utilização da energia solar para a produção de água quente para fins residenciais e industriais representa uma das aplicações mais viáveis dessa fonte limpa de energia e massificada nos países desenvolvidos, porém a principal barreira para sua utilização massiva está em seus custos elevados. Suplantar esta barreira ajudaria a aliviar nossa matriz energética de fontes não renováveis de energia.

Os constantes problemas ambientais causados pela utilização de energias não renováveis, aliados ao esgotamento dessas fontes, têm despertado o interesse pela utilização de fontes alternativas de energia limpa mesmo que, as vezes gere um certo custo maior. A energia solar é uma boa opção na busca por alternativas menos agressivas ao meio ambiente, pois consiste numa fonte energética renovável e limpa (não emite poluente), a sua obtenção ocorre de forma direta ou indireta. Além disso, a reciclagem e a energia térmica solar apresenta uma série de vantagens, dentre as quais a redução de impactos ambientais.

Já foram desenvolvidos, construídos e estudados vários tipos de coletores solares e sistemas de aquecimento que apresentam as características de baixo custo, boa eficiência, com utilização de materiais reciclados, emprego de fibras naturais. Por outro lado, esses coletores apresentam uma deficiência comum: a aliança entre viabilidade econômica e eficiência da absorção de radiação solar. Diante da falta de uma eficiência razoável destes projetos que possam torná-los comercializáveis, pretendeu-se neste projeto elaborar um modelo de um sistema de aquecimento solar composto parcialmente de materiais reaproveitados, mesclando- os com materiais convencionais a fim de minimizar a perda de eficiência e ao mesmo tempo diminuir o seu custo de aquisição. (REIS, 2011, p. 2)

Desenvolvimento de alguns tipos de coletores solares vem sendo uma boa alternativa a utilização de materiais reciclados, vindos esses materiais abundantes no lixo, resultando na substituição parcial de alguns materiais convencionais, eliminando os custos de aquisição de matéria prima e, conseqüentemente, o custo comercial do aquecedor solar e, também contribuindo para a conservação do meio ambiente, além de gerar um custo menor na sua criação.

Com a ameaça de esgotamento das reservas de combustíveis fósseis, levaram muitos a encarar eficiência energética como uma das soluções para equilibrar o modelo de consumo existente e ajudar a mitigar os efeitos causadores de alterações climáticas, Reis (2011), aborda que os coletores solares foram sendo usados como fontes geração de energia e de aquecimento de água, sendo incluídos em si uma placa coletora onde ela ajuda a absorver a radiação, gerando bons resultados pois transforma sua radiação em energia térmica.

Reis (2011), ressalta que o coletor de calor solar para aquecimento da água é o dispositivo responsável pela captação da energia radiada pelo e sua conversão em calor utilizável. Existem dois tipos fundamentais de coletores: coletores de concentração e coletores planos, os quais a temperatura interior do fluido não ultrapassa 70°C. A placa coletora tem a missão de absorver da forma mais eficiente possível a radiação solar e transformá-la em energia térmica utilizável mediante sua transferência para o fluido portador de calor. Portanto, passa a ser o elemento de maior importância do coletor.

O sol é uma fonte de energia limpa, renovável e barata, sendo hoje utilizada principalmente em aquecedores solares para o aquecimento de água para fins residenciais, utilizando para isso aquecedores solares que transformam a luz solar em calor. Esta tecnologia representa benefícios econômicos, ambientais e sociais. Sendo o aproveitamento de sua luz e calor é uma das alternativas energéticas mais promissoras e eficaz para os próximos anos.

Woelz (2002), no decorrer da ECO 92, assumiu a elaboração de uma família de aquecedores solares, tão econômica que pudesse ser usufruída por qualquer família brasileira. O valor do Aquecedor Solar de Baixo Custo – ASBC, deveria ser de cerca de 10% do valor de um aquecedor solar tradicional, com uso do conjunto de trabalho manuais conhecido como bricolagem. Para tanto, no desenvolvimento dos ASBC em especial cinco aspectos foram considerados: Aspectos dos sistemas hidráulicos brasileiros, características da meteorologia brasileira, eliminação de processos de industrialização, substituindo-os pela bricolagem, escolha de materiais disponíveis próximos ao usuário e aceitação de limitações qualitativas do produto.

A escolha por materiais de baixo custo reduz o preço para a confecção do aquecedor solar, o acesso ao aquecedor será mais viável e mais pessoas, principalmente os de baixa renda, poderão utilizar.

Resultados previstos na finalização do projeto: Redução de cerca de 80% da energia consumida nos chuveiros elétricos das 31 milhões de famílias proprietárias deste componente, (+/-7% da energia consumida no país na fase pré "apagão"), geração de substancial economia popular, profissionalização de jovens na tecnologia ASBC, limitação de emissões de CO₂ originadas nas novas usinas termoeletricas brasileiras, mais consciência e cidadania ao brasileiro e melhoria da imagem do país no exterior. (WOELZ, 2002, p. 1)

A utilização de energias alternativas, como a captação de energia solar, abrange tanto a temas ambientais quanto social, pois além de contribuir para a redução de consumo dos recursos naturais (água) proporciona também a redução de gastos com conta de energia elétrica.

O coletor solar de baixo custo a ser desenvolvido tem como benefício a redução do consumo de energia elétrica em uma residência. A tecnologia utilizada é a mesmo dos trocadores de calor e coletores solar convencionais encontrados no mercado.

Segundo Penereiro (2010), neste sistema a água é aquecida diretamente por coletores solares e sua circulação é realizada pelo método do termossifão, ou seja, a diferença de densidade devido à variação de temperatura entre os coletores e o reservatório provoca um gradiente de pressão que coloca o fluido em movimento.

Para a construção do coletor solar de baixo custo será necessário fazer um orçamento dos custos dos materiais utilizado na construção. “Um orçamento é um plano financeiro que estabelece, da forma mais precisa possível, como se espera que transcorram os negócios de um departamento ou de uma empresa, geralmente num prazo mínimo de um ano.” (PARSLOE; WRIGHT, 2001, p. 11).

A necessidade de calcular o tempo de montagem do coletor solar, é de suma importância no calcular os da Mão de Obra Direta utilizada para a formação do preço do produto do coletor solar, de acordo o Oliveira Filho e Silva (2000), o Custo da Mão de Obra Direta é, quanto custa todo o pessoal envolvido diretamente na fabricação de cada produto. Este cálculo é feito baseado no fator Custo/Hora ou (C/H).

Fonseca (2003) diz que, para calcular o custo dos produtos, a contabilidade utiliza de diferentes/variados sistemas de custeio como: custeamento por ordem de produção e o custeamento por processo. A sua finalidade é que a partir da apuração e análise, o gerente de uma determinada empresa possa avaliar a demanda do mercado e os dados do custo dos produtos ou, tomar decisões referente a qual produto proporciona maior rentabilidade e/ou essa área permite decisões dos preços e do *mix* dos produtos.

Com intuito de determinarmos a quantidade necessária de vendas de coletores solares de baixo custo para não termos nem lucro nem prejuízo utilizamos o cálculo do ponto de equilíbrio, Jiambalvo (2000) define que o ponto de equilíbrio como sendo o número de unidades que precisam ser vendidas para uma empresa atingir o equilíbrio, ou seja, ter um resultado que não implique em lucro ou prejuízo, mas sim um resultado zero.

O coletor solar de baixo custo desenvolvido tem como benefício a redução do consumo de energia elétrica em uma residência. A tecnologia utilizada é a mesmo dos trocadores de calor e coletores solar convencionais encontrados no mercado.

Segundo Penereiro (2010), neste sistema a água é aquecida diretamente por coletores solares e sua circulação é realizada pelo método do termossifão, ou seja, a diferença de densidade devido à variação de temperatura entre os coletores e o reservatório provoca um gradiente de pressão que coloca o fluido em movimento.

O coletor solar de baixo custo desenvolvido, absorve a irradiação solar, utilizada através da transferência de calor da placa coletora para a água do reservatório, causando uma variação de temperatura entre a placa coletora e o reservatório movimentando a água, utilizando o método do termossifão.

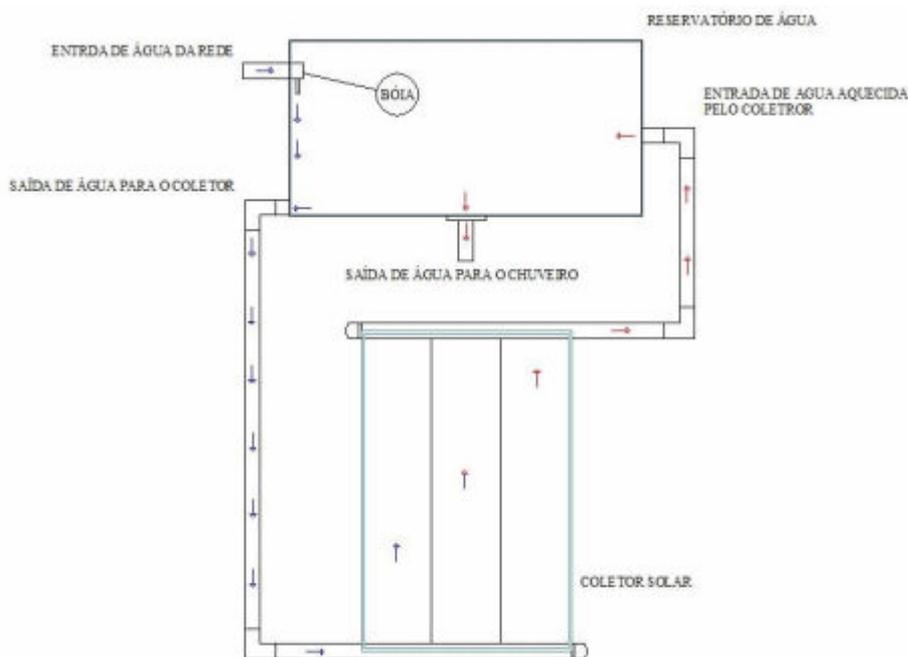


Figura 01: Modelo esquemático do coletor solar

Fonte: Própria (2014)

Para a montagem da placa, os tubos de PVC deverão ser cortados longitudinalmente para o encaixe da placa modular de forro PVC e fixados com adesivo epóxi em pequenas quantidades. Depois deverão ser utilizados os tubos e conexões de PVC de 20 mm para fazer a ligação da placa coletora ao reservatório de água, que conta com uma boia para regular a vazão de entrada da água da rede no coletor solar.

Após a construção do protótipo é feito o espelhamento do interior do reservatório de água, onde as paredes foram pintadas internamente com a tinta spray de efeito cromado/ espelhado, por isso consegue retardar a irradiação, mantendo a temperatura da água aquecida por mais tempo (Figura 1). “As paredes internas da garrafa é espelhado para que o calor radiante seja refletido, atenuando, dessa forma, as trocas por irradiação.” (MARQUES, 2009).

O protótipo de coletor solar deve teve toda parte externa pintada de preto, para isso é utilizado uma tinta spray preto fosco de alta temperatura, que tem o intuito de absorver o calor irradiado pelo sol para o aquecimento da água (Figura 2). “Pode-se definir o corpo negro como o absorvedor ideal, que absorve toda a radiação que recebe, sem refletir qualquer parcela da mesma.” (INSTITUTO DE FÍSICA DA UFRGS, 2013).



Figura 02: Paredes internas espelhadas..



Figura 03: Superfície do coletor pintada de preto

A tabela (01) demonstra a relação dos materiais para construção do coletor solar utilizados para construção do modelo alternativo com as especificações e quantidades a serem utilizadas. Para a construção do coletor solar de baixo custo foi necessário fazer um orçamento dos custos dos materiais utilizado na construção. “Um orçamento é um plano financeiro que estabelece, da forma mais precisa possível, como se espera que transcorram os negócios de um departamento ou de uma empresa, geralmente num prazo mínimo de um ano.” (PARSLOE; WRIGHT, 2001, p. 11).

Tabela 01: Orçamento dos materiais para a construção do coletor solar.

Fonte: Própria

PRODUTO	ESPECIFICAÇÕES	QUANT.	V. (un)	VALOR (R\$)
Placa forro pvc modular	1,24x0,62 metros	2	22,89	45,78
Tinta spray preto fosco	Alta temperatura até 600°C	2	16,89	33,78
Tubo soldável pvc	Diâmetro 20,00 mm barra 3,00m	1	6,49	6,49
Adaptador pvc	Pvc 20 mm plastilit	4	5,90	23,60
Joelho pvc	90° 20 mm plastilit	4	0,22	0,88
Capa/ Tampão pvc	20 mm tigre	2	0,89	1,78
Veda rosca	Fita veda rosca tigre 5 metros	1	1,30	1,30
Boia	Torneira boia para caixa d'água	1	4,90	4,90
Adesivo pvc	75g plastilit	1	2,73	2,73
Massa adesiva durepoxi	200g loctite	1	12,90	12,90
Tinta spray cromado	Chemicolor 350ml	1	17,50	17,50
Placa de isopor	100x50x4cm	1	4,39	4,39
Tambor metálico	200 litros	1	30,00	30,00
			TOTAL	186,03

OBS: (tabelas de Preço sujeito a alterações)

A necessidade de calcular o tempo de montagem do coletor solar, conforme a *tabela 02*, é de suma importância no calcular os da Mão de Obra Direta utilizada para a formação do preço do produto do coletor solar, de acordo o Oliveira Filho e Silva (2000), o Custo da Mão de Obra Direta é, quanto custa todo o pessoal envolvido diretamente na fabricação de cada produto. Este cálculo é feito baseado no fator Custo/Hora ou (C/H).

Tabela 02: Tempo de montagem

Atividade	Tempo em min
Marcação das peças	15
Corte dos canos	27
Corte da placa pvc	10
Perfuração do tambor	22
Pintura externa (Preto Fosco)	43
Espelhamento interno do Reservatório	18
Montagem da placa	45
Montagem do Reservatório	32
Testes de Vazamento	60
Testes de eficiência	1440
Total em horas	28,53

Fonte: Própria

Fonseca (2003) diz que, para calcular o custo dos produtos, a contabilidade utiliza de diferentes/variados sistemas de custeio como: custeamento por ordem de produção e o custeamento por processo. A sua finalidade é que a partir da apuração e análise, o gerente de uma determinada empresa possa avaliar a demanda do mercado e os dados do custo dos produtos ou, tomar decisões referente a qual produto proporciona maior rentabilidade e/ou essa área permite decisões dos preços e do mix dos produtos.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a realização dos testes para comprovar a eficiência do protótipo, foi construído um coletor solar em escala reduzida com um reservatório de 20 litros de água e uma placa coletora de 400 x 400 mm. Os testes para o experimento foram realizados entre às 6 horas da manhã, horário de Brasília-DF, do dia 9 até as 6 horas do dia 10 de outubro de 2014, na cidade de Montes Claros-MG, com os seguintes instrumentos; dois termômetros digital T1 e T2 modelo (TL8009) e um medidor de energia solar modelo (MÊS-100).

As condições climáticas para a realização dos testes foram as seguintes; o tempo estava parcialmente nublado com as temperaturas mínima de 19°C e máxima de 30°C. Foi realizado também no mesmo período e com as mesmas condições climáticas um teste com um chuveiro elétrico de três temperatura Max Ducha de 5500W, para comparar os resultados, e comprovar a eficiência do protótipo do coletor solar desenvolvido para a pesquisa.

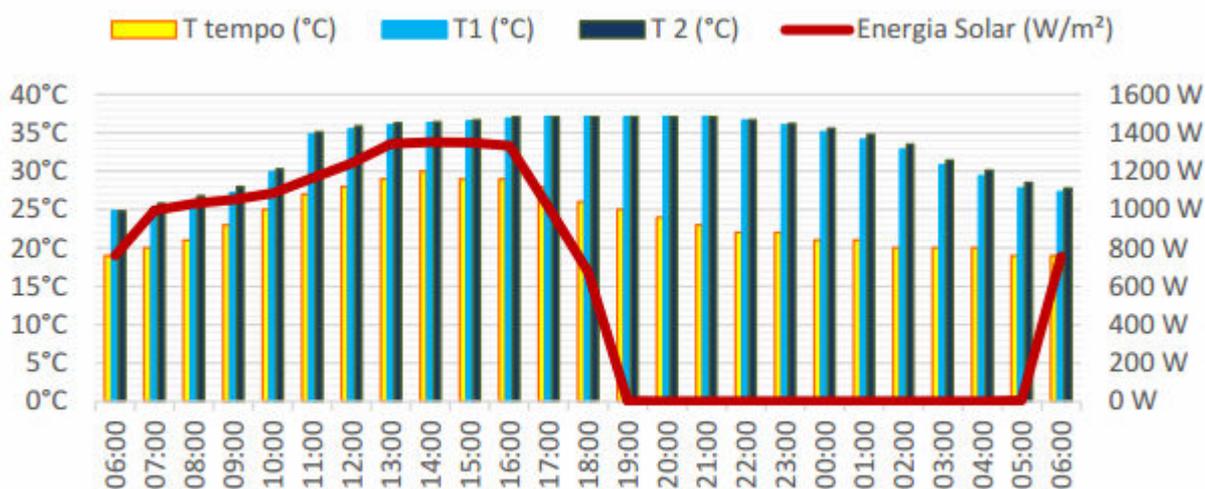


GRÁFICO 1 – Aquecimento da água em função energia solar

Fonte: Própria

No gráfico 1, mostra que o experimento inicia com a temperatura da água de 24,8°C, temperatura do tempo de 19°C e com uma incidência solar sobre o protótipo de 760,1 W/m². Com o passar do tempo e aumento gradativo da temperatura do tempo e a irradiação solar, a água passa a ser aquecida pelo coletor solar através da termofissão. Quando a temperatura do tempo atinge 30° C e a irradiação solar 1352,5 W/m², a água armazenada no coletor solar atinge a temperatura máxima de 37,1°C.

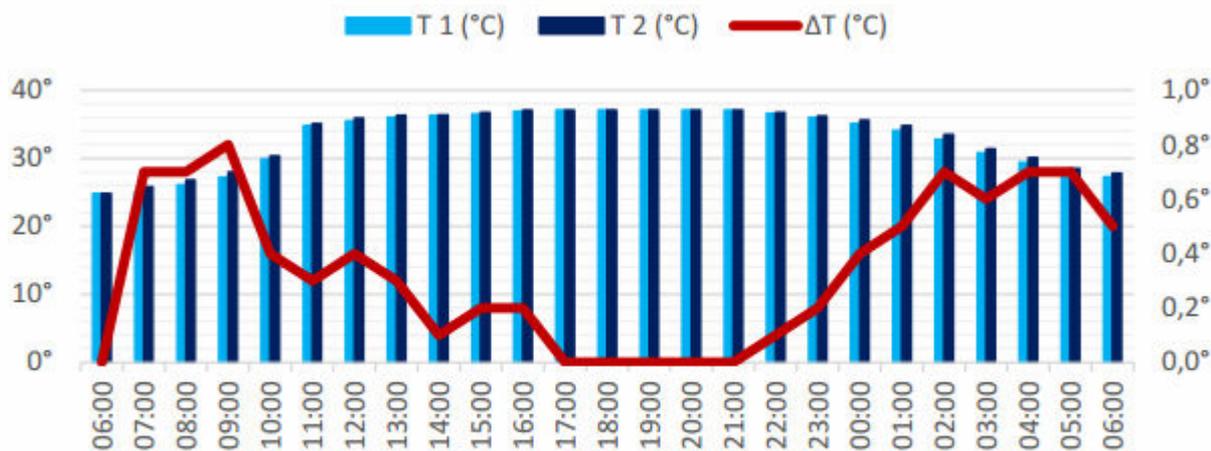


GRÁFICO 2 – Diferença de temperatura da água medida entre T1 e T2.

Fonte: Própria

Após o fim da captação da energia solar pelo coletor solar, a temperatura do tempo foi caindo, mas o protótipo conseguiu manter a temperatura da água em 37,1°C até as 21 horas, sendo que as 2 horas da manhã foi verificado que a água estava com uma temperatura de 33,5°C, ainda agradável ao banho.

O gráfico 2, mostra a diferença de temperatura da água medida entre os termômetros T1 e T2, aumentando gradativamente de 0°C a 0,8°C nas primeiras horas do dia. Ao atingir um ΔT de 0,8°C a água está com a temperatura de 35,9°C devido ao processo de aquecimento por termofissão da água. Atingindo a temperatura 35,9°C, começa o processo de homogeneização, onde o ΔT da água chega a 0°C há uma temperatura de 37,1° C, se mantendo até as 21 horas.

Após as 22 horas começa o processo de resfriamento do coletor solar, com uma variação de temperatura da água ente 0,1°C e 0,7°C, até a água atingir uma temperatura de 27,3°C as 6 da manhã do dia seguinte.

**TABELA 03 – Temperaturas do chuveiro.
Experimento com o chuveiro elétrico**

T Desligado	T Verão	T Inverno
23,9°	32,5°	35,5°

Fonte: Própria

Na tabela 3 estão os valores de temperatura de saída da água em graus Celsius do chuveiro elétrico Maxi Ducha, obtidos através de medições realizadas com um o termômetro T modelo (TL8009). Os valores das temperaturas medidas variam de acordo a escolha da escala seletora de aquecimento da água do banho.

Ao conflitar os testes realizados com o coletor solar de baixo custo e o chuveiro elétrico, o coletor obteve um resultado com a temperatura da água para o banho superior ao do chuveiro elétrico. Com esse resultado o coletor solar se mostra, eficiente no quesito temperatura de banho. Além de reduzir significativamente o consumo de energia elétrica de uma residência.

De acordo com Penereiro (2011), o chuveiro elétrico é considerado o vilão do sistema energético por três razões: consome entre 25% a 35% do que se gasta com eletricidade numa residência de família de baixa renda; tem potência elevada, chegando a mais de 5000W e exige do governo esforço adicional em relação à manutenção da qualidade do fornecimento de energia elétrica.

O ponto de equilíbrio para a fabricação do coletor solar de baixo custo foi utilizado com intuito de determinarmos a quantidade necessária de vendas de coletores solares de baixo custo para não termos nem

lucro nem prejuízo utilizamos o cálculo do ponto de equilíbrio, Jiambalvo (2000) define que o ponto de equilíbrio como sendo o número de unidades que precisam ser vendidas para uma empresa atingir o equilíbrio, ou seja, ter um resultado que não implique em lucro ou prejuízo, mas sim um resultado zero.

Para que fosse possível fazer o cálculo do ponto de equilíbrio do coletor solar de baixo custo, foi necessário estimar o consumo de energia elétrica com base disponibilizados pela concessionária de energia elétrica local.

Tabela 04: Estimativa de cálculo de energia elétrica

Equipamento	P. em Watts	Quant.	Total Kwh	Hrs. / mês	Valor Kwh + imp.	T. Ilim. Púplica
Lâmpada	40	4	0,16	176	0,59	15,09
Serra C. Manual	350	1	0,35	3,803738	0,59	
TOTAL						32,49

Fonte: Própria.

Os resultados apresentados na tabela 4 demonstram, que somando os impostos, taxas e consumo que para a produção de uma unidade do coletor, será gasto um valor de R\$ 32,49, considerando um galpão iluminado por 04 lâmpadas de 40W, utilizando a ferramenta, serra de corte manual, para a produção.

Para estimar a capacidade de produção, foi realizado o calculo levando em consideração o tempo de fabricação dividido por a quantidade de horas trabalhadas por mês, multiplicado pela quantidade de funcionários, conforme *tabela 05*.

Tabela 05: Estimativa de cálculo da capacidade de produção

Tempo de fabricação	Hrs. Trab. Mês	Quant. funcionários	Cap. Produção
28,53333333	176 (seg a sex, 8h/dia em dias uteis)	1	6,168224299

Fonte: Própria

Dando continuidade a estimativa do custo do produto, foi realizado o calculo do custo de fabricação, conforme *tabela 06*.

Tabela 06: Estimativa de cálculo do custo de fabricação

Custo	Valor (R\$)	V. unitário
Salário mínimo	724,00	24,13333333
Aluguel	724,00	24,13333333
Energia	32,49	5,267297424
Matéria Prima	186,03	186,03
TOTAL		239,56

Fonte: Própria

Com base no resultado apresentado na *tabela 07*, mais um lucro desejado de R\$ 150,00 por unidade fabricada o preço de venda sugerido é de R\$ 389, 56.

Portanto, para não haver prejuízo e nem lucro, o ponto de equilíbrio na fabricação do coletor solar de baixo custo será de 0,24344 para cada 28,53333333 (*tabela 03*), horas trabalhadas em um total mensal de 176 horas disponíveis, conforme *tabela 08*.

Tabela 07: Cálculo do ponto de equilíbrio

Matéria prima	186,03
Preço de vendas unitário	389,564
Custo variável unitário	5,2673
Custo fixo unitário	48,2667
Margem de contribuição	198,267
PE	0,24344

Fonte: Própria

De acordo com Ludícibus (2004), a demonstração dos resultados do exercício é um resumo ordenado das receitas e despesas em um determinado período. É apresentado de forma dedutiva (vertical), ou seja, das receitas subtraem-se as despesas e em seguida indica o resultado (lucro ou prejuízo).

Tabela 08: Demonstração do resultado exercício - DRE

Receitas	94,8367
Custos variáveis	46,57
Custos fixos	48,2667
RESULTADO	0

Fonte: Própria

O resultado apresentado na *tabela 08*, mostra que fabricando 0,24344 unidades de coletor solar em 28,53333333 horas, não terá lucro ou prejuízo.

4 – CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pelos experimentos realizados, conclui-se que o coletor solar de baixo custo é uma alternativa eficiente para a geração de energia térmica para aquecimento da água do banho, reduzindo também a energia elétrica consumida em uma residência ao substituir o chuveiro tradicional que tem mais de 5000W, que é considerado um vilão para o consumo de energia elétrica.

Por ser de baixo custo, o coletor solar proposto vem como uma alternativa para a redução da tarifa de energia elétrica de nas residências, utilizando materiais de baixo custo. Com o custo de fabricação no valor de R\$ 289,56, mais um lucro desejado de R\$ 150,00 por unidade fabricada o preço de venda sugerido é de R\$ 389,56.

Percebe-se que o coletor solar de baixo custo proposto nesta pesquisa é uma solução prática e viável para possíveis investimentos.

5 – REFERÊNCIAS

ANDRADE, Thompson A.; LOBÃO, Waldir J. A. **ELASTICIDADE RENDA E PREÇO DA DEMANDA RESIDENCIAL DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL**. texto para discussão nº 489 IPEA. Rio de Janeiro, junho de 1997. Disponível em: <http://repositório.ipea.gov.br/bistream/11058/2162/1/td_0489.pdf>. Acesso em: 12 de abril de 2014.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE. **CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA CRESCE 3,1% EM JUNHO**. Resenha mensal do mercado de energia. Ano VI, Número 70. Julho de 2013. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/ResenhaMensal/20130730_1.pdf>. Acesso em: 15 de abril de 2014.

FONSECA, Jaciara Zanolli da. **A CONTABILIDADE DE CUSTOS: INSTRUMENTO DE VANTAGEM COMPETITIVA**. VIII Fórum de Estudantes e Profissionais de Contabilidade do Estado do Espírito Santo – O Marketing e a Valorização do Profissional Contábil - 30/10 a 01/11/2003 no Sesc - Praia Formosa Aracruz - ES

Instituto de física da UFRGS. **RADIAÇÃO TÉRMICA - TEORIA DE PLANCK**. Porto Alegre, RS 2013. Acesso em: 11 de novembro de 2013. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~betz/iq_XX_A/radTerm/aRadTermFrame.htm>. JIAMBALVO, James.

CONTABILIDADE GERENCIAL. Tradutor: Tatiana Carneiro Quírico, ed. LTC, Rio de Janeiro, 2000. LUDÍCIBUS, Sérgio de; MARION, José Carlos. **CONTABILIDADE COMERCIAL**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2004.

MARCONI, M. D. A. & LAKATOS, E. M. (1999) - **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. Atlas Editora. 4ª Edição. São Paulo. MARQUES, Nelson L. R. Física térmica / Nelson L. R. Marques, Ives S. Araujo. **TEXTOS DE APOIO AO PROFESSOR DE FÍSICA – IF-UFRGS- MARQUES, N. L.R. & ARAUJO, I. S. – V.20 nº5 – Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2009. OLIVEIRA FILHO, Péricles Negromonte; SILVA, Antônio Heleno da. **PRATICANDO CUSTOS E PREÇOS NA MPE. RECIFE, SEBRAE/ PE, 2000.****

OLIVEIRA, Natália Maira Braga; DAMASCENO, João Jorge Ribeiro; VIEIRA, Luiz Gustavo Martins. **APRIMORAMENTO DE AQUECEDORES SOLARES DE BAIXO CUSTO**. Uberlândia – MG 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/4482/11859>. Acesso em: 08 de setembro de 2013.

O WWF-Brasil. **POLÍTICAS PARA FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL RESUMO PARA TOMADORES DE DECISÃO**. Disponível em: <http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/alem_de_grandes_hidreletricas_sumario_para_tomadores_de_decisao.pdf>. Acesso em: 02 de abril de 2013.

PARSLOE, ERIC; WRIGHT, RAYMOND. **O ORÇAMENTO**. São Paulo: Nobel, 2001.

PENEREIRO, Júlio César; FERREIRA, Denise Helena Lombardo; LEITE, Maria Beatriz Ferreira. **APLICANDO MODELOS MATEMÁTICOS PARA DECIDIR A VIABILIDADE DA INSTALAÇÃO DE UM AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO**. 2011. Acesso em 09 de novembro de 2013. Acesso em: <revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/download/4645/3714>.

REIS, Marcus Rafael Oliveira; LEITE, Alvaro Afonso Furtado; BARBOSA, Tiago Nascimento. **MODELO TEÓRICO DE UM COLETOR SOLAR DE PLACA PLANA MESCLANDO MATERIAIS VIRGENS COM MATERIAIS RECICLADOS (CSSR)**. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO Inovação Tecnológica e Propriedade

Intelectual: Desafios da Engenharia de Produção na Consolidação do Brasil no Cenário Econômico Mundial Belo Horizonte, MG, Brasil, 04 a 07 de outubro de 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_WIC_145_911_18235.pdf>. Acesso em: 08 de setembro de 2013.

WOELZ, Augustin T. **AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO (ASBC): UMA ALTERNATIVA CUSTO-EFETIVA**. São Paulo – SP 2002.