

ESTUDO DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR EM RESIDENCIA UNIFAMILIAR

STUDY OF THE IMPLEMENTATION OF A SOLAR ENERGY COLLECTION SYSTEM IN A SINGLE-FAMILY RESIDENCE

Paula Fernanda Scovino de C. R. Gitahy, Mestre em Engenharia Civil, UNESA.

scovino2002@yahoo.com

Thamiris Pinheiro de Barros, Engenheira Civil, UNESA.

thamirispb@gmail.com

Marcelo Gonçalves Rosa, Engenheiro Civil, UNESA.

marcelo.tecno@hotmail.com

Resumo

Dentre várias diretrizes da sustentabilidade está a utilização de energias renováveis e limpas, ou seja, que não deixam resíduos e que sejam economicamente viáveis. Neste cenário está a captação de energia solar que é uma forma de obtenção de energia limpa. Neste artigo foi realizada a análise de implantação de um sistema de aquecimento de água através da energia solar, em um conjunto residencial. Para isso foram contabilizados os gastos da instalação do sistema e a estimativa dos custos de manutenção e utilização de outros sistemas de aquecimento. Após a análise foi observado que quando havia a substituição do sistema elétrico pelo solar houve uma redução de custos. E em 24 meses havia o retorno do investimento gasto na instalação do sistema solar. A partir destes resultados é possível determinar que a escolha de um sistema de aquecimento solar é capaz de trazer uma economia a médio e longo prazo.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Energia limpa; Energia solar

Abstract

Among several sustainability guidelines is the use of clean and renewable energies, that is, they do not leave residues and are economically viable. In this scenario is the capture of solar energy which is a way of obtaining clean energy. In this article the analysis of the implantation of a water heating system through solar energy was carried out in a residential complex. For this, the costs of installing the system and estimating the costs of maintenance and use of other heating systems were accounted for. After the analysis it was observed that when there was the replacement of the electric system by the solar, there was a reduction of costs. And in 24 months there was the return on investment spent on installing the solar system. From these results it is possible to determine that the choice of a solar heating system is capable of bringing savings in the medium and long term.

Em inglês, na mesma formatação e tamanho do resumo, e em itálico.

Keywords: Sustainability; Clean energy; Solar energy

1. Introdução

A utilização da iluminação natural e do calor para aquecimento de ambientes é chamado de aquecimento solar passivo, ele consiste na absorção da radiação solar nas edificações, diminuindo as necessidades de iluminação e aquecimento. Acredita-se que com tecnologias construtivas aprimoradas e equipamentos adequados, pode-se ter um melhor aproveitamento da radiação solar (MONTENEGRO, 2016).

Para a captação de energia faz-se o uso de coletores ou concentradores solares. Os coletores solares são mais usados em aplicações residenciais e comerciais (hotéis, restaurantes, clubes, hospitais etc.) para o aquecimento de água (higiene pessoal e lavagem de utensílios e ambientes). Os concentradores solares servem para aplicações que precisam de temperaturas mais elevadas, como na agricultura e siderúrgicas (MONTENEGRO, 2016).

Todavia apenas 50% da potência da energia solar chega à superfície da terra, o restante é retido por impurezas e lixo espacial no caminho até a terra deixando assim o valor da constante solar de 1 kW/m² em algumas poucas regiões terrestres. Nas demais regiões em dias claros e sem nuvens esta constante é de 0,7 kW/m² (PEREIRA et al, 2006).

É possível obter uma estimativa da radiação solar incidente no Brasil resultante da interpolação e extrapolação de dados obtidos em estações solarimétricas distribuídas em vários pontos do território nacional no atlas Solarimétrico do Brasil, todavia, frente ao número relativamente reduzido de estações experimentais e às variações climáticas locais e regionais, suas previsões são resultantes da observação imagens de satélites (CRESESB, 2016).

Uma grande dificuldade para implantação de placas coletoras de energia solar é o custo de aquisição dos equipamentos, particularmente para residências de baixa renda. Todavia existe uma grande intenção da redução dos custos, em função da escala de produção, dos avanços tecnológicos, do aumento da concorrência e dos incentivos governamentais para favorecimento da aquisição destes equipamentos (MONTENEGRO, 2016).

A divulgação dos benefícios do uso da energia solar, a mídia positiva a cerca de sua implantação; a isenção de impostos que o setor obteve; financiamentos, como o da Caixa Econômica Federal aos interessados em implantar o sistema; e a necessidade de reduzir os gastos com energia elétrica durante as épocas de baixo índice de pluviosidade são motivadores intrínsecos para utilização de placas para geração de energia solar (MARTINS, 2012).

A Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e a promoção da eficiência nas edificações construídas no País têm sido uma das grandes encorajadoras de investidores no setor, fazendo com que a implantação destes seja algo almejado desde a construção dos imóveis (MONTENEGRO, 2016).

A energia solar é uma importante alternativa para áreas afastadas e ainda não eletrificadas, isto porque o índice de incidência solar é alto em grande parte do território brasileiro. Possui características positivas para o sistema ambiental, este fenômeno ocorre porque o sol irradia na Terra um potencial energético muito alto e superior a qualquer outro sistema de energia,

sendo fonte básica e indispensável para as formas de vida conhecidas, especialmente os seres humanos.

Para tanto, essa energia precisa ser captada, armazenada e utilizada com a melhor eficiência possível, todavia é priori que haja desenvolvimento tecnológico, incentivo para as pesquisas científicas, a capacitação de laboratórios e ampliação de técnicas que favoreçam o menor custo na construção de equipamentos que permitam o processo.

O Brasil é favorecido em relação à radiação solar, embora a participação do sol na matriz energética nacional seja bem reduzida, o mais utilizado é o de aquecimento de água (PEREIRA et al, 2006).

Conforme ANEEL (2016), no Brasil, o aquecimento de água em residências contribui com 1/4 do consumo de energia elétrica e o aquecimento solar sobressai como uma das alternativas para redução da demanda em horários de “pico energético”, apresentando o seu potencial na mudança da energia elétrica para o aquecimento de água. Atualmente o território brasileiro conta com uma área instalada de 2 milhões m² de coletores solares, este mercado se expande grandemente porque mais ou menos 200 mil m² de coletores solares são instalados por ano, é preciso que hajam maiores estudos para redução do custo desta implantação e com isso existam incentivos para que mais pessoas comecem a aderir esta nova fonte de energia.

Almejando contribuir para pesquisas envolvendo sistemas de geração de energia limpa, esse artigo pretende discutir a alternativa de implantação de coletores de energia solar, observando seus custos e etapas de implantação. Para isso, são apresentadas as formas para a captação de energia solar a fim de utilizar este conhecimento na elaboração de um comparativo do custo benefício (financeiro e de consumo energético) da implantação da mesma. Além disso, foi elaborada uma análise de retorno de investimento (*Payback*) do sistema de aquecimento solar em relação ao Gás Liquefeito do Petróleo (GLP), gás natural, diesel e energia elétrica.

2. Revisão

A energia solar que incide diariamente sobre a Terra é superior a dez mil vezes a demanda de energia atual da humanidade, entretanto sua captação ainda é um grande desafio, pois sua baixa densidade de potência e sua variação geográfica e temporal dificultam o seu aproveitamento. O potencial de utilização da energia solar depende diretamente pela forma que a sociedade é capaz de modificar e adequar as necessidades de energia para seu conforto e produção econômica (LORA; TEIXEIRA, 2001).

Para isso tem havido esforços para aumentar a difusão da geração fotovoltaica considerando aspectos como a ocupação de diversas áreas e a rede de eletricidade existente. Quando esta região é densamente povoada e possui uma infraestrutura adequada aumentam as possibilidades de integração do sistema fotovoltaico (que é geralmente de pequeno porte e atende pequenas demandas) à rede elétrica existente, esta integração é conhecida como “geração distribuída” (LAMBERTS, 2002).

Nesta modalidade a energia gerada é consumida no local, não havendo a necessidade de elaboração de sistemas de transmissão de energia, bem como é possível reduzir ou eliminar o uso de baterias para a armazenagem de eletricidade. Esta ferramenta é interessante, pois possibilita o emprego da energia solar com custos reduzidos e redução dos impactos ambientais provocados durante a construção e funcionamento de grandes usinas de geração

de energia. Em alguns países desenvolvidos como os EUA, Espanha, Alemanha, Japão e Suécia, já há políticas de incentivos regulatórios e tarifários para acelerar a utilização de sistemas fotovoltaicos como sistemas de geração distribuída. Em locais isolados, com baixa densidade demográfica, os sistemas fotovoltaicos representam uma solução adequada para atender pequenas demandas de energia. Geralmente são estes os nichos privilegiados de disseminação da tecnologia fotovoltaica (JANNUZZI, 1997).

Em regiões do Brasil mais isoladas como áreas rurais ou regiões no Norte do país, como o interior do Amazonas, Pará ou áreas rurais de Minas Gerais e Bahia, têm sido instalado diversos destes sistemas para fornecimento de energia para escolas rurais, postos de saúde e sistemas de telecomunicação. Além da conversão fotovoltaica, existem ainda as possibilidades de utilização de energia solar com finalidades térmicas, seja para a produção de calor. Pois a radiação solar pode ser empregada para produzir calor a alta temperatura que pode ser utilizado para produção de vapor e geração de eletricidade (LAMBERTS, 2002).

Este processo é conhecido como conversão termo-solar, esta tecnologia precisa de áreas com grande insolação para que possa concentrar a radiação para produzir calor ou eletricidade. O nosso país representa um grande potencial. Por exemplo, cerca de apenas 1% da energia que incide na superfície dos desertos existentes poderiam suprir o consumo atual de eletricidade do mundo. Entretanto tais operações não têm sido extensivamente utilizadas, pois existem diversas barreiras econômicas e políticas envolvidas (AZUAGA, 2000).

A capacidade instalada de usinas termo-solares no mundo é de cerca de 400 MW, produzindo cerca de 1 TWh/ano. É uma tecnologia apropriada para regiões com grande insolação e necessidade de produção remota de eletricidade. Os Sistemas de aquecimento e pré-aquecimento de fluídos tem experimentado um enorme avanço em anos recentes com novos materiais e projetos que vem reduzindo os custos desses equipamentos para o consumidor final. No Brasil foram desenvolvidos sistemas que começam a se tornar competitivos com os tradicionais chuveiros elétricos devido a restrições de fornecimento de eletricidade no ano de 2001 (JANNUZZI, 2013).

Em regiões do Brasil mais isoladas como áreas rurais ou regiões no Norte do país, como o interior do Amazonas, Pará ou áreas rurais de Minas Gerais e Bahia, têm sido instalado diversos destes sistemas para fornecimento de energia para escolas rurais, postos de saúde e sistemas de telecomunicação. Além da conversão fotovoltaica, existem ainda as possibilidades de utilização de energia solar com finalidades térmicas, seja para a produção de calor. Pois a radiação solar pode ser empregada para produzir calor a alta temperatura que pode ser utilizado para produção de vapor e geração de eletricidade (LAMBERTS, 2002).

Este processo é conhecido como conversão termo-solar, esta tecnologia precisa de áreas com grande insolação para que possa concentrar a radiação para produzir calor ou eletricidade. O nosso país representa um grande potencial. Por exemplo, cerca de apenas 1% da energia que incide na superfície dos desertos existentes poderiam suprir o consumo atual de eletricidade do mundo. Entretanto tais operações não têm sido extensivamente utilizadas, pois existem diversas barreiras econômicas e políticas envolvidas (AZUAGA, 2000).

Por mais que já fosse conhecida a redução dos custos que o setor elétrico teria na utilização de sistemas de aquecedores solares de água que são comprovadamente menores que os custos de se produzir eletricidade, foi somente com a grave crise de produção e fornecimento de energia que essa tecnologia pudesse merecer destaque e incentivos. As enormes possibilidades de exploração da energia solar para o melhoramento do conforto

térmico do ambiente construído irá depender fortemente de uma revisão de conceitos de práticas de construção e urbanização das cidades (MARTINS, 2012).

Entretanto ainda existem grandes desafios tecnológicos nesta área, como um maior aproveitamento da energia solar implica em planejamento de uma transição energética favorecendo os usos e aplicações para as quais ela é mais adequada. As possibilidades são quase infinitas quando nos preparamos para um futuro com menos consumo energético (PEREIRA, 2006).

Acaptação de energia solar e a converção em energia elétrica é através do método de captação do sistema fotovoltaico, que é um conjunto de equipamentos reunidos cuja finalidade é transformar a energia solar em energia elétrica, disponibilizando-a para utilização em cargas contínuas ou alternadas, seja em períodos que haja incidência solar ou não. Para a montagem e implantação de um sistema fotovoltaico é necessário a interligação e ajustes de alguns equipamentos, os principais equipamentos de um sistema de captação de energia solar são: painel solar, bateria, um sistema de regulação, supervisão e controle, além dos condicionadores de energia que são os inversores e conversores. Além disso, utiliza-se um sistema de aquisição e monitoração dos dados. De forma geral os painéis solares absorvem a energia solar e a converte em energia elétrica através do efeito fotovoltaico (JANUZZI, 2001). Utilizando este princípio foram criados diferentes transmissores mas de forma geral os transmissores fotovoltaicos podem ser autônomos ou ligados a uma rede elétrica. Nos sistemas fotovoltaicos autônomos ou sistemas isolados são normalmente utilizados em lugares onde não há redes elétricas convencionais. Atualmente estes sistemas autônomos têm sido implantados na iluminação pública, na sinalização de estradas, sistemas de telecomunicações e até no carregamento de baterias de veículos elétricos, e em sistemas espaciais (VILLALVA; GAZOLI, 2012).

Geralmente estes sistemas autônomos são compostos por módulo fotovoltaico, controlador de carga, bateria e caso haja a necessidade um inversor de carga. O módulo fotovoltaico ou painel ou placa fotovoltaica é um conjunto de células agrupadas montadas sobre uma estrutura rígida e conectadas eletricamente. O controlador de carga, utilizado para prolongar a vida útil da bateria, regula a carga advinda da placa fotovoltaica, protegendo a bateria de sobrecargas ou descargas excessivas. A bateria, por sua vez, é responsável por manter o fornecimento constante de energia nos períodos de maior ou menor insolação.

Outra importante utilidade para a captação de energia solar são os sistemas atuais de aquecimento de água que operam com um sistema termossifão. Segundo Treis, 1991, este sistema tem sido indicado para ser utilizado no Brasil pela conveniência ao clima e por sua simplicidade, fenômeno de termossifão ocorre pela diferença de massa específica da água que passa no coletor (temperatura maior) e a contida no reservatório (temperatura menor), demonstrado na Figura 1. Uma das limitações que este tipo de sistema possui é a sua grande dependência do clima, pois em dias com pouca intensidade de radiação solar tornam-se pouco eficientes (FRANCO, 2002).

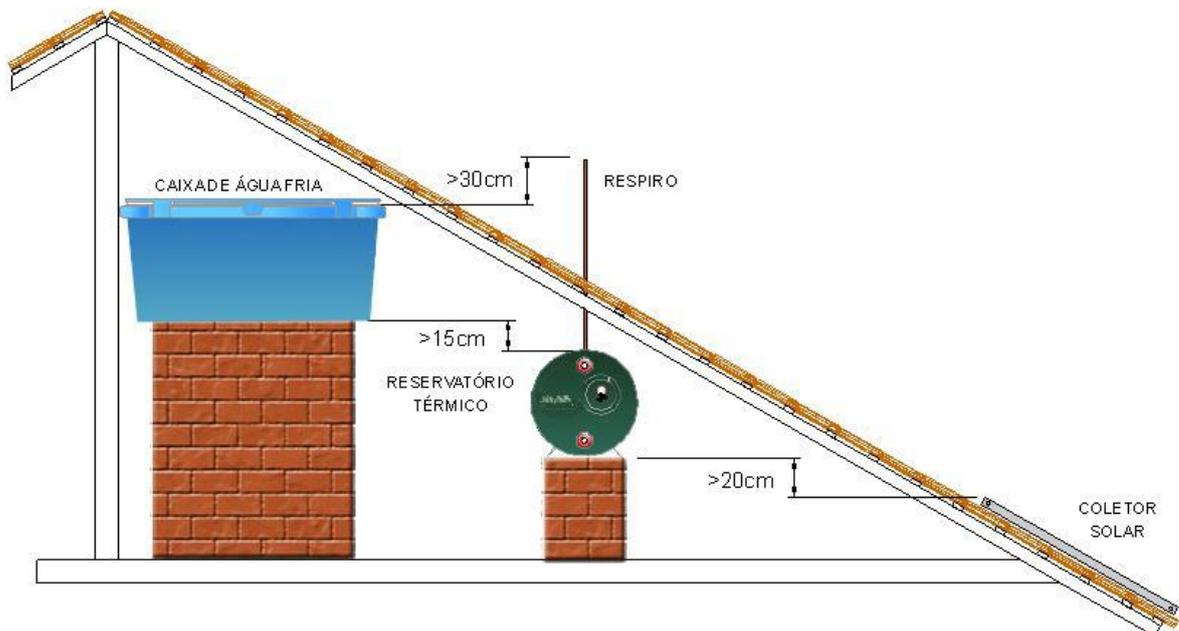


Figura 1: Sistema por circulação natural ou termossifão. Fonte: JELLY FISH (2016).

Quando não há condições e inclinação suficiente para utilização do termossifão é incluído no sistema uma bomba, formando o sistema por circulação forçada.

A troca de calor por radiação nas placas solares é um parâmetro importante para a análise do balanço de energia. Para isso, propriedades como a absorvidade e a emissividade são relevantes, principalmente na escolha do material que fornece uma medida da eficiência na qual uma superfície emite energia em relação ao corpo negro. Já a absorvidade (α) pode ser definida como a energia que é absorvida pela superfície. A radiação solar é a principal fonte a ser considerada para a análise da troca de calor no coletor. O Sol emite aproximadamente como um corpo negro a 5800K. Estimativas afirmam que do fluxo energético total enviado pelo Sol à Terra, 35% seja refletido de volta ao espaço, 18% seja absorvido pela atmosfera e 47% atinja o solo (SANTOS, 2016).

Considerando-se somente a parcela que atinge a superfície terrestre, anualmente, um valor total de $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia solar. Uma constante que se faz necessária a sua definição é a constante solar, S_c , esta pode ser definida como sendo o fluxo de energia solar que incide sobre uma superfície com orientação normal aos raios solares no limite externo da atmosfera terrestre. O valor S_c é de 1353 W/m^2 , o fluxo de calor por radiação que chega a superfície da Terra, em média, 600 W/m^2 (SANTOS, 2016).

3. Procedimentos metodológicos

Essa pesquisa foi feita com as seguintes etapas: foram contabilizados os custos da instalação de painéis solares realizada por uma empresa no município de Niterói no Estado do Rio de Janeiro, neste projeto a água aquecida será somente utilizada nos chuveiros, e lavatórios dos banheiros. Após isso, também foram estimados os custos da utilização de outros sistemas de aquecimento de água, para em seguida ser feita a comparação de custos e *payback*.

Para esse estudo foi utilizado como modelo as casas em construção em um condomínio no bairro de São Francisco, Niterói, Rio de Janeiro.

Na realização dessa pesquisa foi avaliado o benefício econômico da implantação de um sistema de aquecimento solar em um conjunto de residencial, para realização dos cálculos foi levado em consideração os custos individuais, ou seja, o custo para cada casa.

Um dos impasses deste tipo de tecnologia de captação de energia é o custo inicial para a implantação do sistema, logo o primeiro passo da análise foi determinar os custos para a instalação do sistema. O sistema instalado neste estudo é o de aquecimento de água circulante nas placas solares e então é armazenado em um recipiente termicamente isolado (boiler), onde permanece até sua utilização, acoplado a este sistema pode haver ou não uma bomba, mas nesse caso há uma bomba pressurizadora do sistema. E os painéis solares utilizados, foram colocados estrategicamente no ponto onde há maior incidência de luz solar.

O custo total da implantação do sistema foi de R\$ 15.000,00. Para um orçamento de R\$ 570.430,00 das casas estudadas do condomínio, o custo de implantação do sistema em uma casa nova representa apenas 2,63% do orçamento da obra, mas apresenta em contrapartida uma valorização muito alta na comercialização do imóvel, utilizando no *marketing* o benefício da sustentabilidade e economia financeira.

No barrilete foi feita a distribuição geral do sistema de água fria e quente (aquecidas com sistema solar) para os devidos pavimentos. O esquema de barrilete utilizado na obra, é diferenciado do padrão de obras civis sem sistema de aquecimento solar. Importante lembrar que o esquema de barrilete integra o sistema de boiler como etapa obrigatória.

Para analisar os custos foi feito o dimensionamento do sistema, para isso foram utilizados os parâmetros descritos no Quadro 1 em que é levado em consideração o número de banheiros na casa, litros gastos em média por banho, horas de uso por dia dentre outros parâmetros.

Utilização		Unidades
Número de banheiros	6	Unidades
Ocupação da casa	100	%
Litros por banho	90	litros
Banhos por dia	2	Frequencia
Horas de uso por dia	2	horas
Temperature mínima do ar	18	°C
Temperature da entrada da agua	22	°C
Temperatura da água do boiler	56	°C
Capacidade necessária de água quente	18.360	

Quadro 1: Parâmetros utilizados para o dimensionamento do sistema. Fonte: Elaborado pelos autores.

4. Aplicação e resultados

Como discutido anteriormente o sucesso da implantação dos sistemas de aquecimento solar está no correto dimensionamento do sistema para que este possa ser capaz de suprir as necessidades de consumo. Além do dimensionamento do sistema foi calculada a quantidade de energia que seria gasta com a utilização de outros sistemas ou fontes energéticas, considerando os mesmos parâmetros do Quadro 1. O quadro 2 apresenta as tarifas referentes aos diferentes tipos de energia. Afim de cálculos foi levado em consideração às fontes de energia GLP, Gás Natural, Diesel e Energia elétrica.

Fontes de energia	Tarifas
GLP (propano)	5,40 R\$/Kg
Gás natural	4,61 R\$/m ³
Diesel	2,70 R\$/litro
Eletricidade	0,74 R\$/KWH

Quadro 2: Custo energético de outras fontes. Fonte: Elaborado pelos autores.

Com objetivo de elaborar uma comparação entre a eficiência de cada tipo de fonte energética, foi utilizado um valor hipotético de R\$1.500,00. Onde esse valor foi convertido em energia térmica gerada com a quantidade de GLP, Gás Natural, Diesel e eletricidade que pode ser comprada com este valor. Isso pode ser observado no Gráfico 1.

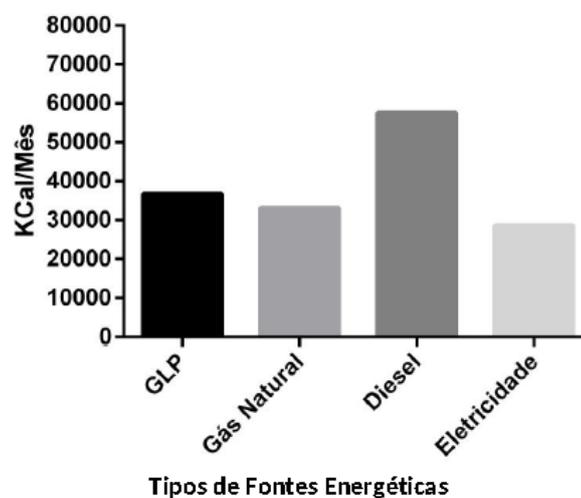
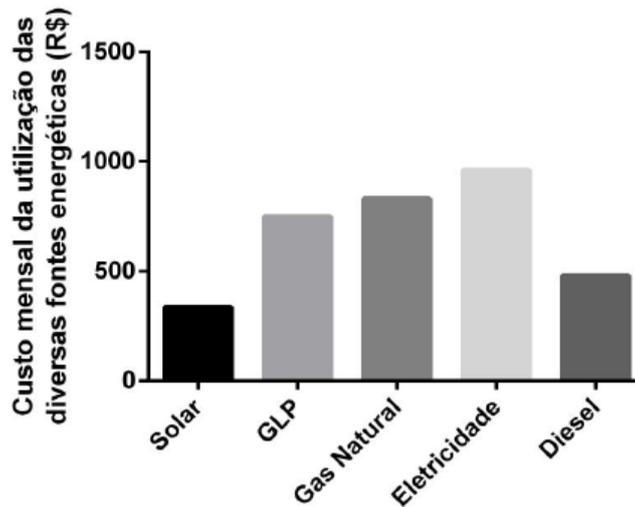


Gráfico 1: Total de energia consumida para o aquecimento de água. Fonte: Elaborado pelos autores.

Pela diferença existente entre a liberação de energia das diferentes fontes energéticas, há uma diferença entre o total de energia consumida, o Diesel é a fonte energética que mais libera energia para o aquecimento. Após verificar a liberação de energia, foi verificado o custo mensal na manutenção deste consumo, para isso foram utilizados os valores das tarifas contidas no Quadro 2.

Utilizando os parâmetros do Quadro 1 e os valores das tarifas do Quadro 2 foi feita a estimativa de quanto custaria a manutenção de aquecimento de água utilizando diferentes fontes de energia. Esses valores podem ser conferidos no Gráfico 2. O Gráfico 2 apresenta o custo mensal das diferentes fontes de energia, a energia solar é a que apresenta o menor custo mensal (R\$ 335,00) em comparação com as outras fontes energéticas, a eletricidade

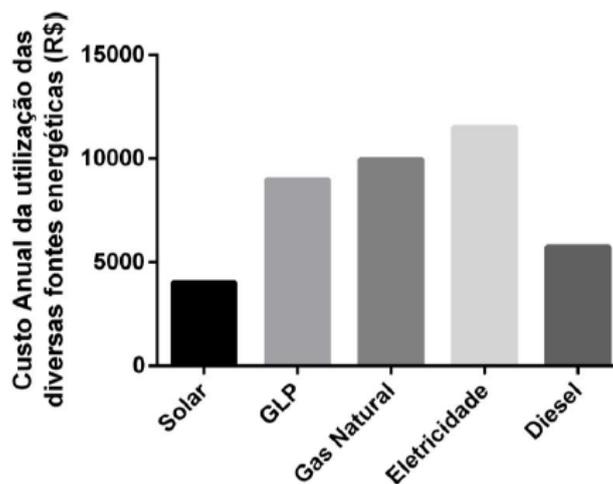
(R\$ 961,00) é a que apresentou o maior custo mensal, seguida do gás natural (R\$ 831,00) e o GLP (R\$ 749,00).



Tipos de Fontes Energéticas

Gráfico 2: Custo mensal das diferentes fontes de energia

GRÁFICO 3 O sistema ACQUATEC® apresenta um menor custo de anual de aquecimento.



Tipos de Fontes Energéticas

Fonte: Autoria própria

Gráfico 3: Custo anual das diferentes fontes de energia

Como pode ser visto no Gráfico 3, a energia elétrica é a que apresenta o maior custo anual (R\$ 11.520,00) em comparação com as outras fontes energéticas, o solar (R\$ 4.020,00) é o que apresentou o menor custo anual, seguido do Diesel (R\$ 5.748,00) e o GLP (R\$ 8.988,00). Depois de somados os custos mensal e anual foi calculado a economia que existe em adotar o equipamento solar em comparação com as outras formas de aquecimento.

5. Considerações Finais

Conclui-se que a maior economia mensal e anual será na substituição da energia elétrica pelo sistema solar, o menor retorno financeiro é a substituição do sistema de diesel pelo solar. Além disso, também foi estimada a porcentagem de economia adquirida em cada modelo, como pode ser visto no Gráfico 4. As porcentagens de economia da substituição da eletricidade e gás natural são as mais altas.

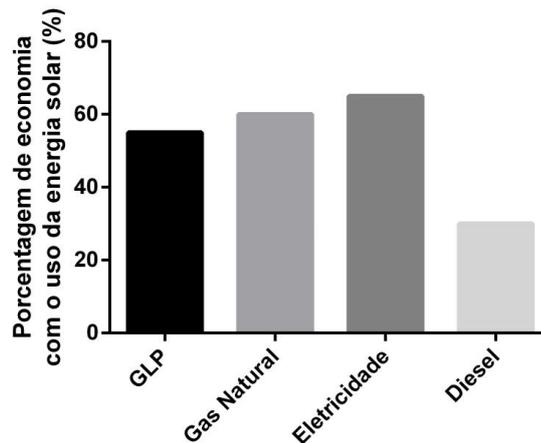


Gráfico 4: Porcentagem de economia com uso de energia solar. Fonte: Elaborado pelos autores.

Os custos da implantação do sistema solar é basicamente o custo da instalação já que a fonte de energia é gratuita, a Luz do sol, diferente dos outros sistemas que necessitam de outras fontes não renováveis de energia. Os custos com a sua manutenção são mínimos, em média R\$ 270,00 por ano. Logo é um sistema que possui um retorno financeiro. Para calcular o retorno financeiro trazido pelo sistema foi considerado o custo para a implantação de R\$ 15.000,00, logo foi calculado os gastos obtidos pelas outras fontes energéticas, em que momento o somatório dos gastos do sistema chegou a R\$ 15.000,00. O tempo de retorno do financiamento (*Payback*) está discriminado na quadro 3.

Tipo de sistema e forma de energia	Tempo de retorno (meses)
GLP	36
Gás Natural	30
Eletricidade	24
Diesel	104

Quadro 3: Tempo de retorno do investimento inicial em meses. Fonte: elaborado pelos autores.

Como foi observado na Quadro 3, a substituição do sistema elétrico para o Sistema Solar apresenta uma grande vantagem econômica e ambiental, pois o sistema retorna o custo investido em 24 meses, ou seja, dois anos. No caso da substituição de sistemas de Gás Natural este tempo sobe para 30 meses (2 anos e meio).

Com os resultados obtidos neste estudo foi possível observar que a implantação do sistema de aquecimento solar apresenta várias vantagens quando comparado com outros sistemas como o sistema de aquecimento de gás, GLP, elétrico ou a diesel. Uma das limitações que o sistema solar possui é seu alto custo de instalação, entretanto neste trabalho foi mostrado que em aproximadamente 2 anos existe o retorno do valor investido. Além disso, diferentemente dos outros sistemas o solar não sofre as variações dos custos e preços nas tarifas.

Referências

- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Atlas da Energia Elétrica do Brasil**. Brasília – DF, 2005. 2ª Edição. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/Atlas/download.htm>. Acesso em 20 de fevereiro de 2016.
- AZUAGA. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**. Dissertação de mestrado em Engenharia (Programa de Planejamento Energético) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2000.
- CARVALHO, L. R. **Energia solar como alternativa energética no manejo de bovino de leite em regime intensivo**. 2014. --f. Monografia (Pós-Graduação em Formas Alternativas de Energia) – Universidade Federal de Lavras - UFLA1, 2014.
- CENTRO DE REFERÊNCIA PARA A ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO – CRESESB, 2000. Disponível em: http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas_solar-reduced.pdf. Acesso em 20 de fevereiro de 2016.
- FRANCO, José Raphael Bicas. **Aquecimento solar no contexto da crise energética**. In: Cadernos da fundação Luís Eduardo Magalhães. Energia:novos cenários:Universalização do acesso, uso racional e fontes alternativas para o futuro Salvador : FLEM, 2002.
- JANNUZZI, G. M; VARELLA, F. K. O. M.; GOMES, R. D. M. **RELATÓRIO FINAL: Avaliação dos Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes - SIGFI's**, 2013.
- JELLYFISH. **Soluções Térmicas Solar Banho**. 2015. Disponível em <<http://jellyfish.com.br/jellyfish/energia-solar/solar-banho/>>. Acesso em 15 de maio de 2016.
- LAMBERTS, R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: Editores Associados, 2002.
- LORA, E.S; TEIXEIRA, F.N. **Energia e meio ambiente. Conservação de energia: eficiência energética de instalações e equipamentos**. Itajubá, MG: FUPA, 2001.
- MARTINS, F.R.; Abreu, S.L.; PEREIRA, E.B. **Scenarios for solar thermal energy applications in Brazil**. *Energy Policy*, 48, 2012.
- MONTENEGRO, Sueli. **BNDES pode emprestar para distribuidoras e instaladoras para projetos de microgeração**. *Canal Energia*. Rio de Janeiro, 10 abr. 2014. Investimentos e Finanças. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default>

/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev4003.pdf. Acesso em 20 de fevereiro de 2016.

PEREIRA, Enio Bueno; et al. **Altas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos: INPE. 2006.

SANTOS, Rafael R. dos. **Estudo de viabilidade técnica e economica da instalação de um sistema de aquecimento de água utilizando energia solar**. 2010. Monografia do curso de Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/27762/000766487.pdf>>. Acesso em: dezembro de 2016.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações**. 1. Ed. São Paulo: Érica, 2012.