



**Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Educação a Distância da UFSM – EAD
Universidade Aberta do Brasil – UAB**

**Curso de Pós-Graduação em Eficiência Energética Aplicada aos
Processos Produtivos**

Pólo: Camargo

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO SISTEMA DE COLETORES
SOLARES TÉRMICOS COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DOS
GASTOS COM ENERGIA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

LUSA, Daiane¹

PORTOLAN DOS SANTOS, Ísis²

Projeto de TCC apresentado ao Curso de Pós-Graduação Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos Produtivos da Universidade Federal de Santa Maria como requisito parcial para a obtenção do grau de Especialista.

Linha de Pesquisa: Eficiência Energética

¹ Arquiteta e Urbanista

² Dra. Engenharia Civil. Professora Orientadora. Universidade de Santa Maria, Santa Maria, RS

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DO SISTEMA DE COLETORES
SOLARES TÉRMICOS COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DOS
GASTOS COM ENERGIA EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL**

DAIANE LUSA

Projeto de TCC apresentado ao Curso de Pós-Graduação
Especialização em Eficiência Energética Aplicada aos Processos
Produtivos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM,RS) como
requisito parcial para a obtenção do grau de **Especialista**.

Orientadora: Professora Dr. ísis Portolan dos Santos

Santa Maria, RS, Brasil

2015

Resumo

Os coletores de energia solar são definidos como práticas que aliam eficiência energética e tecnologia. O alto custo com eletricidade em residências de população com baixa renda é uma constante preocupação, levando a busca pela utilização de energias renováveis que poderão contribuir com a redução dos gastos com energia elétrica. Este trabalho visa levantar informações bibliográficas e dados reais para analisar e verificar o custo benefício do aquecimento solar para residências de baixa renda. A análise mostrou que o tempo de retorno pode ser viável ao empreendimento. O estudo demonstra que o uso do coletor solar pode ser uma alternativa para redução de custos com a energia elétrica da população de baixa renda, além de trazer benefícios considerando a eficiência energética e sustentabilidade da utilização de energia no Brasil.

Palavras-chave: Aquecimento solar. Baixa Renda. Custo de energia.

ABSTRACT

The solar energy collectors are defined as practices that combine energy efficiency and technology. The high cost of electricity in low income population homes is a constant concern, prompting the search for renewable energy use that could contribute to the reduction of energy expenses. This work aims to raise bibliographic information and analyze the cost benefit of solar heating. The analysis showed that the turnaround time can be realistic and viable enterprise. The study demonstrates that the use of solar collector can be an alternative to reduce costs with the power of the low income population, and bring benefits considering energy efficiency and sustainability in energy use in Brazil.

Keywords : Solar Heating . Low Income . Energy cost.

1.0 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o grau de urbanização aumentam a demanda de energia pela população e como consequência trazem prejuízos na geração de energia, utilizando recursos naturais que vão se esgotando além dos impactos ambientais e sociais negativos que são gerados.

A utilização do sol como fonte de energia é uma alternativa que se apresenta com boas perspectivas futuras, visando tanto à sustentabilidade quanto à redução de gastos com energia. De acordo com Gonçalves (2008), o aquecimento solar utiliza uma fonte de energia gratuita,

limpa e inesgotável, o que torna a sua utilização ecologicamente correta. A utilização dessa forma de energia implica saber captá-la, armazená-la e utilizá-la com melhor eficiência (ALVES, 2009).

Duas formas de aproveitamento dessa fonte são: a energia solar fotovoltaica e a térmica. Na energia fotovoltaica ocorre a transformação da radiação solar em energia elétrica, através da criação de uma corrente elétrica pela radiação solar em materiais semicondutores. Já a energia solar térmica consiste no aquecimento da água ou outros fluidos pela radiação solar.

Na geração fotovoltaica, a radiação solar é transformada em eletricidade através de painéis solares que geram uma corrente elétrica. Os painéis utilizados nessa transformação são feitos de diversos tipos de materiais semicondutores, o silício, disseleneto de cobre, gálio e índio ou o telureto de cádmio.

O grande problema da energia fotovoltaica é seu custo, o preço vem sendo reduzido ano a ano, porém o valor das células solares e dos demais componentes para sua instalação como inversores ainda é elevado, o que torna o custo da energia caro se comparado a outras fontes, principalmente quando se trata de habitações de interesse social.

O coletor solar é o dispositivo responsável pela captação de energia do sol e sua conversão em calor utilizável, podendo ser planos ou de concentração. (CARDOSO, 2008).

A utilização da energia solar térmica é um processo simples, que começa através de um reservatório de água que transfere água fria para um coletor solar. O coletor é o equipamento responsável por aquecer a água através da radiação solar que incide sobre o mesmo. A captação dessa radiação se dá por uma base de placas metálicas que recebem, na maioria das vezes, uma pintura preta para elevar sua capacidade de absorção da luz. A água aquecida no coletor solar é transferida para o reservatório, o qual é feito de material termicamente isolante para evitar a perda de calor da água até seu uso.

A circulação de água no sistema se dá por um processo natural chamado termofissão, que ocorre por causa da diferença de densidade da água quente e fria. Em alguns casos a circulação pode ser induzida por bombas, processo normalmente feito em sistemas de grande porte. Na figura 1. pode ser visto o funcionamento simplificado de um coletor solar.

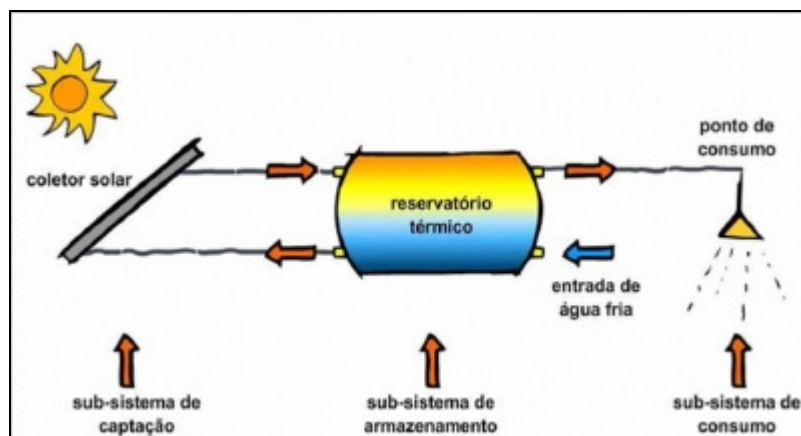


Figura 1. Sistema simplificado de um coletor solar.

Fonte: ecohospedagem.com

Essa forma de aproveitamento da energia solar possui um custo-benefício melhor se comprado ao da placa fotovoltaica, isso porque os custos envolvidos são menores, porém seu uso é limitado a processos que necessitem de água quente como banho, aquecimento de piscina e alguns processos industriais. Na figura 2 verifica-se um aquecedor solar, equipamento que substitui chuveiros elétricos no aquecimento da água do banho. Compacto, fácil de instalar e acessível, ele foi desenvolvido pela Solarmax para famílias pequenas e dimensionado para atender a até 04 (quatro) banhos diários.



Figura 2. Aquecedor solar de pequeno porte.

Fonte: ecohospedagem.com

Para tornar viável a implantação e utilização da energia solar é necessário estudar melhores propostas e desafios com a finalidade de incentivar a produção e industrialização de coletores desta energia com tecnologia mais viável do ponto de vista financeiro, podendo assim, ser adquirida por todas as classes sociais, ou também, incluída em projetos de edificações populares.

O uso da energia pela população é determinante para a qualidade de vida. A relação entre renda e uso da energia, quando esta é tratada como mercadoria, aumenta as desigualdades na distribuição da renda. A forma e quantidade de energia que os indivíduos e suas famílias têm acesso influenciam na sua renda e no seu nível de pobreza. Para a população de baixa renda a energia é percebida pelo que ela proporciona, associada a uma despesa que compromete parte da renda das famílias (DADALTO, 2008).

A energia é indispensável para a qualidade de vida e está relacionada às condições de saúde, trabalho, habitação, educação e consumo. O sol por ser uma fonte inesgotável de energia pode ter seu potencial melhor aproveitado como alternativa necessária para preservar o meio ambiente através da utilização de energia limpa e gratuita.

O setor residencial com a utilização do chuveiro elétrico reflete a cultura de uso excessivo de eletricidade para fins de aquecimento de água, o que ocasiona de imediato, problemas referentes à geração de energia. Uma das alternativas para reduzir estes impactos, seria a utilização em grande escala da energia solar para aquecimento de água para uso doméstico, algo, que segundo Manea (2009), é totalmente viável num país como o Brasil que tem uma posição geográfica tão favorável para isto, estando com mais de 80% de seu território compreendido entre os trópicos, local onde há maiores índices de radiação solar.

No Brasil, existem programas e projetos já definidos na área de incentivo ao uso de energia solar, entre eles projetos de leis e resoluções que variam desde o nível nacional até o municipal.

Para famílias de baixa renda, a experiência de instalação de aquecedores solares em habitações de interesse social tem mostrado que a economia na conta de luz pode ser entendida como um fator de distribuição de renda, redução da inadimplência e regularização dos serviços elétricos (ABRAVA, 2008).

A conscientização da população quanto às vantagens financeiras, ambientais e sociais do correto uso da energia, contribui e desperta o interesse em utilizar a tecnologia solar em suas residências.

O consumo de energia residencial representa em torno de um terço do total da energia elétrica produzida no Brasil. (BEN – Balanço Energético Nacional, 2014). Muitas pesquisas

têm sido realizadas visando à diminuição do consumo neste setor e o aproveitamento de fontes de energia alternativas (DUTRA, 2010).

Pereira, et. al., (2003), refere que o aproveitamento da energia solar térmica, através de instalações de aquecimento solar de pequeno, médio e grande porte, tem se mostrado como uma solução técnica e economicamente viável para os problemas de redução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro.

O conhecimento técnico demonstrado através das vantagens na implantação do sistema de coletor solar em Habitações de Interesse Social é uma forma de difundir o interesse nesta tecnologia entre as autoridades públicas, aumentando assim sua inclusão em novos projetos sociais e habitacionais.

Existem experiências em eficiência energética, porém, é necessário que ocorra a disseminação e implantação destes programas de incentivo para o uso de sistemas de captação de energia solar, buscando a sustentabilidade e contribuindo para o desenvolvimento de populações de baixa renda.

No Brasil está ocorrendo o constante surgimento de programas de unidades habitacionais de interesse social voltadas aos cidadãos de baixa renda e que vem modificando a forma de planejar as construções trazendo assim, a preocupação de elaborar projetos que visem à redução da demanda de energia elétrica.

Sabendo do grande aumento da necessidade de energia elétrica nas residências e do alto custo mensal para subsidiar tal energia, a motivação deste trabalho está na apuração das possibilidades de contribuição dos coletores solares com vistas à redução de custos financeiros com energia elétrica e assim ter a possibilidade de melhor aplicar a renda familiar e melhorar a qualidade de vida.

OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Verificar a viabilidade da utilização de coletores de energia solar como alternativa de redução de custos com energia elétrica em habitações de interesse social.

Objetivos específicos:

Análise bibliográfica sobre dados e conceitos de pesquisas já realizadas que enfatizam e dão sustentação à problemática da utilização de coletores solares térmicos em edificações populares;

Identificar em algumas Habitações de Interesse Social os custos mensais com energia elétrica;

Verificação dos custos com a instalação de coletores solares para estimar o período de retorno do investimento.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Atualmente a contribuição da energia hidráulica ao desenvolvimento econômico do País tem sido expressiva, seja no atendimento das diversas demandas da economia ou na melhoria do conforto das habitações e da qualidade de vida das pessoas. Apesar da tendência de aumento de outras fontes, devido a restrições socioeconômicas e ambientais de projetos hidrelétricos e aos avanços tecnológicos no aproveitamento de fontes não-convencionais, tudo indica que a energia hidráulica continuará sendo, por muitos anos, a principal fonte geradora de energia elétrica do Brasil (ANEEL, 2014).

Para Andrade (2011), eficiência energética é um conceito muito relevante nos dias de hoje. Este conceito está associado à sustentabilidade energética e ao fato de haver uma necessidade de mudar o nosso comportamento face às questões sociais, econômicas e ambientais que estão relacionadas com este tema. A eficiência energética pode ser definida como a otimização que podemos fazer no consumo de energia mantendo a mesma qualidade de produção ou funcionamento das tecnologias.

Ao realizar estudos Lafay (2005) afirma que existem vários indicadores de econômicos que podem ser utilizados para medir o custo efetivo de investimentos em eficiência energética, como por exemplo, o retorno do investimento simples, o custo da energia economizada, a taxa interna de retorno e o custo do ciclo de vida.

Braga et al., 2005, classifica os recursos naturais em dois grupos: renováveis e não renováveis descrevem também que dentre os recursos renováveis pode-se citar a biomassa, a energia das marés, a energia eólica, a energia geotérmica, a energia hidráulica e a energia solar, e dentre as não-renováveis estão combustíveis fósseis, derivados de combustíveis fósseis e combustíveis nucleares.

O Brasil, segundo Oliveira, et al. (2008), demonstra grande potencial de uso para o aquecimento solar, e sua utilização em maior escala representará benefício para diversos setores da sociedade, sem falar nas vantagens refletidas para o meio ambiente.

A importância do uso da energia solar pode ser compreendida por meio de uma única informação: mais de 5% de toda a eletricidade produzida no Brasil é usada somente para aquecer água em chuveiros e aquecedores elétricos de acumulação (boilers) nas residências

brasileiras, com consequências ambientais e sociais muito importantes (VITAE CIVILIS, 2011).

A radiação solar é essencial a toda a vida na terra. Através de processos térmicos e fotovoltaicos, a energia solar tem o potencial de satisfazer a maior parte da nossa demanda por aquecimento de água e de ambientes, calor para processos industriais e ainda eletricidade. Dentre estas aplicações, o aquecimento de água pode ser feito com facilidade por meio da utilização de aquecedores solares térmicos (SIQUEIRA, 2009).

De acordo com Lafay (2005)

a utilização da energia solar para aquecimento de água para fins residenciais, industriais e comerciais vem aumentando nos últimos anos no mundo todo. Percebe-se, no entanto que para uma disseminação mais intensa do uso destas tecnologias são necessários programas de apoio e estímulo promovidos por órgãos governamentais. Um dos quesitos que retarda a expansão deste mercado é o custo inicial de um sistema de aquecimento de água com energia solar. Embora se saiba que estes sistemas apresentam um ciclo de vida elevado (aproximadamente 20 anos) e que neste período eles conseguem facilmente pagar o investimento inicial através da economia obtida no consumo de energia elétrica, a realidade econômica da maioria das famílias brasileiras não permite adquirir tais sistemas.

Siqueira (2009) afirma que a tecnologia termossolar reduz o dano ambiental associado às fontes de energia convencionais: não produz emissão de gases tóxicos à atmosfera e não deixa resíduo como lixo radioativo. Refere também que esta tecnologia apresenta benefícios sociais como à redução da conta de energia elétrica, a geração de empregos por unidade de energia transformada, a descentralização da sua produção e a comercialização de certificados de redução de emissões de carbono.

O aproveitamento da energia solar térmica, através de instalações de aquecimento solar de pequeno, médio e grande porte, tem se mostrado como uma solução técnica e economicamente viável para os problemas de redução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro. Nesse sentido, sua utilização intensiva pode ser entendida como geração virtual de energia elétrica refere Pereira, et al. (2003).

O principal fator limitador para a generalização da utilização da energia solar térmica no Brasil é a falta de poder aquisitivo de parte da população e a existência de gás e de energia elétrica abundante e barata para as classes de maior poder aquisitivo é o que aponta Vieira (2001), o que reflete no alto uso de chuveiro elétrico ou a gás.

Sistemas de aquecimento de água com energia solar tradicionalmente utilizam eletricidade como fonte auxiliar de energia. Como tais sistemas são projetados para suprir a demanda mesmo nos meses de inverno, o alto custo da energia elétrica faz com que o dimensionamento se dê de forma que a fração da fonte auxiliar de energia seja pequena,

empregando uma grande área de coletores solares. Esta prática aumenta o custo de implantação e fornece um excedente de calor no verão (LAFAY, 2005).

Os sistemas de aquecimento com energia solar diferem dos demais, pois necessitam de uma fonte auxiliar de energia para suprir a demanda de água quente em dias de baixa radiação solar. Este fato faz com que o custo de operação não se mantenha constante, ficando dependente das condições climáticas, eficiência e consequentemente da fração em que a fonte auxiliar será utilizada, explicam Schroder e Reddemann (1982) (apud Lafay 2005).

2.1. Aquecedores Solares Convencionais

Conforme Siqueira (2009), os aquecedores solares são candidatos à obtenção de recursos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto, que promove o uso de fontes renováveis de energia, fornecendo recursos como contrapartida a reduções na emissão de gases que produzem o efeito estufa e impulsionando a proliferação dessa tecnologia.

Os sistemas solares são projetados para funcionar por períodos de 15 a 20 anos. A manutenção envolve a limpeza dos coletores duas a três vezes por ano. No uso residencial, o tempo de retorno de investimento é de até quatro anos. Porém, se levada em consideração à alta durabilidade do produto, pode-se embutir na redução de custo a satisfação e economia do consumidor (ALVES, 2009).

Segundo a Abrava (2008), os sistemas de aquecimento solares não têm desvantagens. “Nem para o governo, nem para o usuário, e muito menos para o meio ambiente”. O uso desses aquecedores cresce de 20% a 22% ao ano em todo o mundo, enquanto no Brasil caminha dos 8% para os 15%, em crescimento anual.

Além da redução na conta de luz, ao aproveitar essa fonte de energia gratuita, contribuí-se, principalmente nos horários de pico de utilização, aliviando o sistema gerador e distribuidor de energia elétrica enfatiza Alves (2009).

Na figura 03 pode-se visualizar os princípios de operação e funcionamento do Aquecedor Solar Tradicional, e suas partes descritas posteriormente à figura.

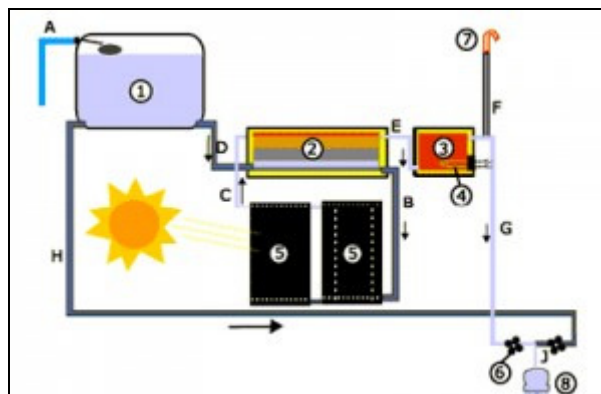


Figura 03 – Aquecedor Solar Tradicional.

Fonte: <http://www.sociedadedosol.org.br/projetos/asbc/conceitos-basicos/>.

1 – Caixa de água tradicional

É dela que vem a água que preenche os reservatórios térmicos isolados 2 e 3. Esta caixa sempre deve estar um pouco acima dos reservatórios 2 e 3, facilitando a vazão da água em direção à ducha 8.

2 – Reservatório termicamente isolado para aquecimento solar

É dele que parte a água mais fria B, para os coletores solares, para ser aquecida. Dos coletores, pelo duto de água aquecida C, a água retorna ao reservatório 2. Este circuito fechado de água, B mais C, funciona naturalmente, sem necessidade de moto-bomba, já que a coluna B, por ter água mais fria logo mais pesada do que a coluna C, que é mais quente, simplesmente empurra a água de C de volta ao reservatório.

É como se houvesse uma moto-bomba solar que opera enquanto houver muita luz ou sol. Este efeito é denominado “termosifão”.

3 – Reservatório termicamente isolado para aquecimento auxiliar

Através de uma **resistência elétrica 4**, acionada por um termostato, este reservatório gera calor em dias de chuva ou nublados. Este reservatório recebe pelo duto E água pré-aquecida do reservatório solar 2. Se a água de 2 já vier quente, a resistência elétrica 4 não aciona, economizando energia. Se vier menos quente, a resistência 4 é acionada e fornece o calor que falta à água para estar na temperatura esperada.

5 - Coletor solar

A luz solar ao entrar em contato com a placa negra metálica do coletor, se transforma em calor. A água, por circular junto à placa negra, absorve este calor, aumentando sua temperatura.

6 - Misturador de água quente e fria

Uma casa projetada para ter reservatórios de água quente e fria, tem dois sistemas independentes de circulação de água:

Para a água fria, o conhecido sistema hidráulico em PVC. Para a água quente, dutos de cobre com isolamento térmico especial para evitar perda de calor, E e G. Junto à ducha, o misturador recebe as duas águas, provenientes de G e H e as entrega devidamente temperadas ao usuário através da ducha.

7 - Respiro

Para evitar presença de bolhas de ar no sistema, que são sentidas de forma desagradável pelo usuário, o respiro é uma boa solução para eliminá-las. Outra função do respiro é a de segurança. Se por algum motivo a resistência não parar de aquecer haverá a geração de vapor e uma sobre-pressão. A ausência do respiro poderá levar o sistema a explodir, colocando vidas em perigo. A principal vantagem do aquecedor tradicional é sua capacidade de gerar água muito quente, oferecer uma vida longa e capacidade de operar em pressões altas. São características exigidas em grandes instalações e por usuários com exigências especiais (SOCIEDADE DO SOL, 2013).

2.2 Aquecedores Solares de Baixo Custo (ASBC)

Os programas para a redução da pobreza e para o acesso das populações às condições básicas para uma boa qualidade de vida devem contemplar soluções que considerem os avanços tecnológicos e os benefícios da produtividade e da eficiência energética. (FANTINELLI, 2006).

Em relação aos sistemas de aquecimento solar de baixo custo, Siqueira (2009) observa que podem ser considerados coletores solares populares aqueles equipamentos que apresentam baixo custo em função dos materiais utilizados em sua produção e da simplificação dos processos de fabricação, refere ainda que:

O efeito sobre a economia familiar com o uso de um aquecedor solar de baixo custo pode ser notado considerando os gastos com o chuveiro elétrico em uma residência de classe baixa. Transformando o consumo elétrico evitado em economia familiar, o ASBC poderá produzir uma economia de cerca de R\$ 388,00 para cada família média, por ano (1204 KWh por família por ano x 0,75 de eficiência x 0,43 KWh cobrado pela distribuidora de energia). Isto resulta num retorno financeiro de 9 meses após início de uso do ASBC, admitindo o seu custo em R\$ 300,00 por unidade (fonte: Sociedade do Sol). O valor médio de um aquecedor solar convencional de 100 Litros disponível no mercado é em torno de R\$ 1.200,00, cerca de 4 vezes o valor de um aquecedor de baixo custo de mesmo volume.

Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC) facilitam aos usuários usufruírem do equipamento a um custo equivalente ao de um chuveiro elétrico de qualidade. O usuário do

ASBC é o proprietário de uma casa popular, capacitado para serviços de construção ou reforma, permitindo que ele mesmo assuma, além da instalação, boa parte da manufatura do equipamento. Os materiais do aquecedor são bastante comuns no ramo da construção civil, é desenvolvido com materiais de Baixo Custo.

O alvo e a oferta do projeto de um aquecedor solar de construção própria, de custo muito baixo, gerando economias financeiras ao usuário, ampliando sua cidadania e reduzindo emissões de gás carbônico das novas usinas térmicas, vale o enfrentamento das dificuldades que são encontradas e superadas pela equipe de desenvolvimento do ASBC.

Seis fatores cooperam no Brasil para a criação de um aquecedor solar de custo menor, a Temperatura, devido ao Brasil ser um país de altas temperaturas médias diárias, mesmo no inverno, facilitando o uso de coletores simplificados, semelhantes aos coletores solares de piscinas, que podem aquecer água de banho acima de 40°C.

A Iluminação solar, pois o Brasil recebe ao longo do ano, farta iluminação solar bem distribuída por todos os meses. Esta característica da irradiação solar permite o uso pleno do aquecedor, reduzindo o prazo de retorno do investimento nele realizado.

A Pressão da água que vem da rede pública é de alta pressão. Logo toda a rede doméstica, assim como um eventual reservatório térmico para água quente também teria esta pressão, fator importante para a operação econômica do ASBC.

Dutos de PVC, esta tecnologia tem abrangência e uso nacional, pela sua simplicidade e baixo preço. Face às baixas temperaturas esperadas no pré-aquecimento solar da água de banho, o PVC é um complemento importante do ASBC.

O chuveiro elétrico onde a absoluta maioria das casas brasileiras tem o chuveiro elétrico ao contrário do que se vê em outras nações, onde a água é aquecida com aquecedores a gás de passagem. Este chuveiro pode ser utilizado como aquecedor de apoio para os dias em que o tempo não permitir elevar a água até a temperatura desejada de banho, isto a um custo praticamente nulo, pois ele já é parte integrante do lar brasileiro.

Estratificação, fenômeno da física, não ligado a características típicas brasileiras, mas é de importância para a simplificação do projeto do ASBC. A água quente é mais leve do que a água fria, fenômeno que permite a estratificação da água, isto é, permitindo que a água quente permaneça flutuando na parte superior de uma caixa de água. A figura 04 mostra os princípios de funcionamento e as partes de um ASBC, descritas posteriormente à figura.

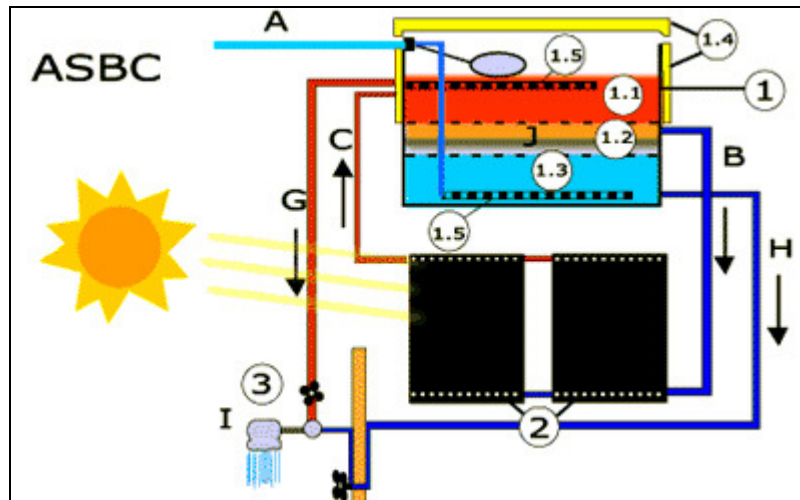


Figura 04 – Princípios de operação

Fonte: <http://www.sociedadedosol.org.br/projetos/asbc/conceitos-basicos/>.

1.1 – Camada de água quente: Seu volume é comandado pela diferença de altura entre saída de água fria aos coletores B, e o nível da água da caixa. Quanto maior esta diferença, maior o volume disponível no final de um dia de aquecimento.

1.2 – Camada de transição: É a camada que interliga a camada de água quente com a camada de água fria. Ela deve ser estreita para que a energia térmica fornecida à caixa pelos coletores solares, fique a mais possível concentrada na camada de água quente.

1.3 – Camada de água fria: Tem a função do reservatório tradicional. Seu volume é a diferença entre o volume total da caixa e o volume do espaço destinado à água quente. Engloba assim a camada de transição.

1.4 – Isolamento térmico da caixa de água: Cobre as áreas da caixa ocupadas pelo volume de água quente. Evita perda de calor no decorrer do período, dia e noite.

1.5 – Sistema de “dutos furados”: Distribui na caixa de água os fluxos provenientes respectivamente dos coletores solares e da (torneira de) Bóia. Estas entradas da água na caixa não podem, de forma alguma, dar origem a turbulências ou movimentos de água que poderiam desfazer a sua estratificação.

2 - Coletores solares simplificados

Tem a mesma função dos coletores tradicionais (aquecer água). Caracterizam-se por serem mais simples, sem cobertura de vidro, mais econômicos, não esquentando a água tanto quanto o coletor solar tradicional. Isto traz três vantagens: Reduzir as perdas térmicas de todo o circuito de circulação de água, minorar o perigo da água quente ferir crianças, permitir o uso dos dutos de água tradicionais da casa brasileira (PVC) para a água quente.

3 – Misturador de água quente

Apesar da água quente dificilmente ultrapassar a temperatura do corpo, o usuário tem o direito de tomar um banho frio. Para que isto seja possível, a água quente que vem pelo duto G, deverá ser adicionada à água fria do duto H. Com um registro 3, a água quente será controlada, temperando a água oferecida ao usuário através do duto I e do chuveiro elétrico.

4 – Dutos de água do sistema ASBC – A, B, C, G e H

Face às relativamente baixas temperaturas que envolvem o aquecimento do ASBC, todo o sistema poderá ser desenvolvido com dutos de PVC, muito conhecidos por todos envolvidos em construção e reformas de habitações no Brasil (SOCIEDADE DO SOL, 2013).

A ausência de um planejamento energético específico para a parcela da população (49,7 milhões de pessoas– 27,6% da população) que ganha até 2 salários mínimos mostra que as políticas públicas deverão ser direcionadas para promover estratégias que considerem planos de longo prazo e de grande abrangência social. Para essa parcela, o gasto com energia elétrica para banho representa 14% a 23% de sua renda mensal. Ações que promovam o uso de tecnologias eficientes para o benefício de grandes parcelas da população devem estar inseridas no planejamento estratégico de desenvolvimento na nação, alinhadas com todas as demais estruturas: econômicas, energéticas, ambientais, educacionais (FANTINELLI, 2006).

A realização de projetos de eficiência energética, que tem o intuito de suprimir o desperdício de energia em seu uso final, tem sido uma alternativa para redução de custos das empresas e sociedade de modo geral. Apesar do mercado de eficiência energética ainda se relativamente novo, e de muitas empresas não terem conhecimento sobre o tema, ele está se desenvolvendo de forma lenta, porém crescente (SPHOR, 2010).

3. METODOLOGIA

O trabalho limitou-se ao estudo da utilização dos aquecedores solares térmicos no segmento de habitações populares, avaliando sua contribuição na redução dos gastos com a eletricidade.

Baseou-se na pesquisa bibliográfica descritiva por meio de documentos, manuais, artigos e materiais de relevância sobre o tema em estudo, através da obtenção de dados e análise das informações que sustentaram a discussão proposta.

Em um segundo momento, o trabalho contemplou a pesquisa com usuários de HIS identificando seus hábitos de uso do chuveiro elétrico, número de moradores e custos mensais com eletricidade. Para tanto, foi feita obtenção *in loco* das faturas de consumo de energia na

cidade de Vanini/RS, em 09 Unidades HIS de interesse social do Programa do Governo do Estado. As unidades foram classificadas com numerais de 01 a 09.

Durante as visitas às famílias, foram detalhados os objetivos da pesquisa, bem como, efetuado um registro fotográfico das faturas e entrevista sobre os hábitos de consumo de energia para banhos dos moradores da residência.

Neste trabalho, as simulações foram realizadas através de cálculos utilizando o programa Excel do Pacote Office da Microsoft.

Foi utilizado o valor médio de consumo dos últimos doze meses, relacionando quanto deste gasto poderia estar vinculado ao uso do chuveiro elétrico, realizando um comparativo com dados do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel).

Segundo dados da pesquisa de campo, coordenada pela Eletrobrás, por meio do Procel, entre 2004 e 2005, pode ser visto, na figura 5, como é consumida a energia elétrica na classe residencial do país, na qual a refrigeração – geladeiras e freezers – aparece como responsável por 27% desse consumo. No que se refere ao condicionamento ambiental (20%), há aparelhos convencionais (ar condicionado) e outros que podem funcionar com ciclo reverso (ar quente ou frio). Ao longo deste relatório, mais informações são fornecidas e analisadas.

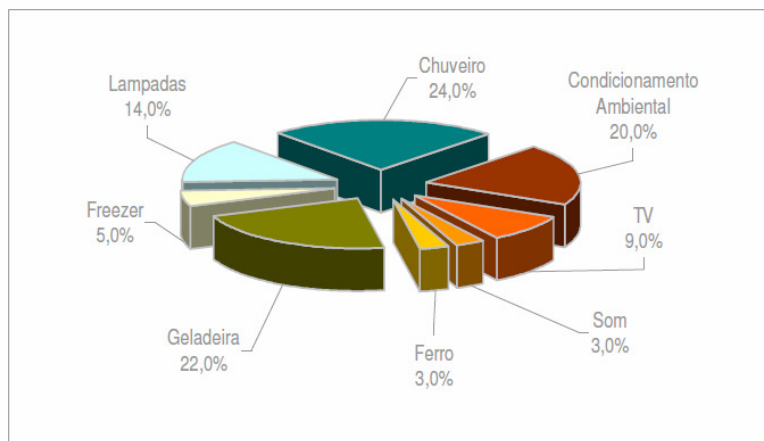


Figura 5. Participação dos eletrodomésticos no consumo residencial no Brasil

Fonte: <http://www.procelinfo.com.br/main>

Foram utilizados dados reais de empresas especializadas em coletores solares, classificadas de A, B e C, através da solicitação de orçamentos, utilizando dados viáveis para cada residência.

Posteriormente, as informações foram analisadas quanto à viabilidade financeira, estimando o tempo de retorno do investimento de acordo com o consumo médio anual (R\$) de cada família.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A eficiência energética é indispensável para a qualidade de vida e deve ser disseminada através da implantação de programas de incentivo para o uso de sistemas de captação de energia solar, buscando a sustentabilidade e contribuindo para o desenvolvimento de populações de baixa renda.

Suchodolak e Abreu (2011) sugerem a utilização da energia solar por ser limpa e renovável, além de auxiliar na economia de uma família, pois reduz os gastos do consumo de energia elétrica e ainda melhora a qualidade de vida das pessoas.

Após extensa análise bibliográfica verificou-se a real aplicabilidade do uso de coletores solares em HIS como alternativa na redução de custos com a energia elétrica, vindo ao encontro do que já foi observado por autores, dentre eles Fantinelli (2002), o qual descreve que a análise econômica comparativa dos sistemas de aquecimento solar de água residencial tem mostrado a viabilidade do uso desta fonte de energia na habitação. Ela pode representar um avanço na estratégia energética brasileira, com a prestação de relevantes benefícios sociais, principalmente às populações mais carentes.

Alves (2009) também refere que o uso do sistema de aquecimento solar torna-se economicamente viável para toda região brasileira, sendo um grande aliado para a economia de energia elétrica especialmente no uso de chuveiros elétricos.

Porém, outros estudos vêm para confrontar as afirmações acima, como o de Júnior (2000) que destaca que em qualquer sistema solar de aquecimento o alto custo inicial é um fator inibidor do investimento (JÚNIOR, 2000).

Arantes (2008) traz contribuições aonde refere que a dificuldade para a difusão do aproveitamento da energia solar consiste no investimento inicial, relativamente elevado, em equipamentos e instalações, quando comparado com sistemas convencionais. Em compensação, o custo de operação e manutenção é mínimo (ARANTES, 2008).

4.1. Análise do Consumo de energia

Quanto às famílias visitadas, observaram-se os seguintes dados conforme os gráficos elaborados.

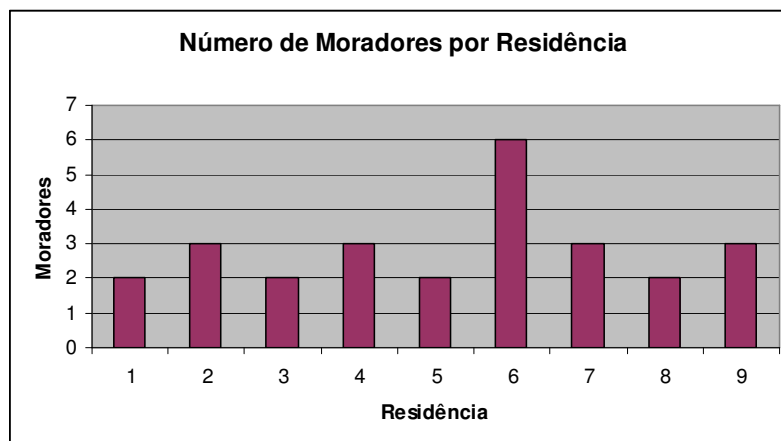


Figura 6. Número de moradores por residência.

Na figura 6. destaca-se a relação do número de moradores por cada residência pesquisada. Fica claro que de 9 residências, 4 possuem dois moradores (1., 3., 5. e 2), 4 possuem três moradores (2., 4., 7. e 9.) e 1 apresenta 6 habitantes (6).

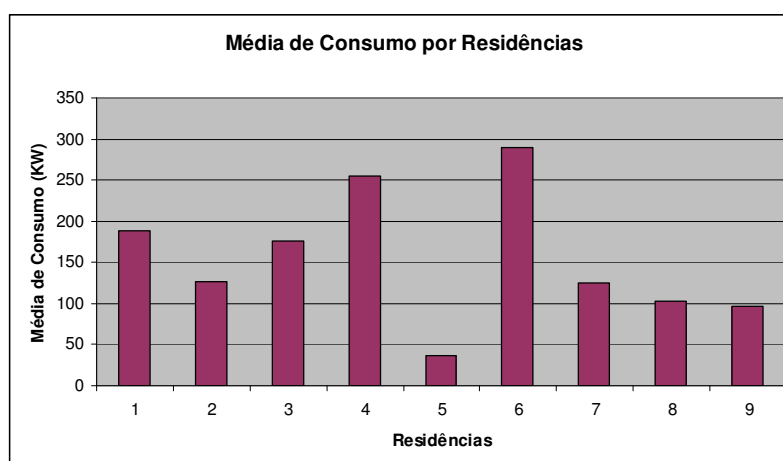


Figura 7. Média de consumo (kW) por residências.

A figura 7. demonstra a média de consumo em kW nas residências pesquisadas.

Ao compararmos as duas figuras acima, 6. e 7., pode-se perceber claramente que o gasto com eletricidade em kW não estão diretamente relacionado com número de moradores, o fator gira em torno de hábitos.

Observa-se uma diferença significativa de valores e evidencia a influência dos hábitos de consumo no gasto com energia elétrica, independente do número de moradores, como no caso das residências 1 e 5, 4 e 6, e 8 e 9.

Tabela 1. Gasto mensal médio (R\$) por residência.

Gasto Mensal Médio por Residência	
Residência	Gasto Mensal Médio (R\$)
1	95,00
2	65,46
3	89,38
4	138,74
5	15,84
6	147,98
7	63,16
8	52,96
9	44,84

O custo com a energia pode não estar ligado diretamente ao chuveiro, pois como se verifica na tabela 1, na família 1 que residem 2 moradores o custo mensal médio é maior do que a família 2 que residem 3 pessoas.

Tabela 2 – Consumo de energia por morador (kw).

Consumo de energia por morador (Kwh)		
Residência	Número de moradores	Consumo por morador (Kwh)
1	2	93,13
2	3	41,17
3	2	87,63
4	3	85,64
5	2	18,42
6	6	47,43
7	3	41,28
8	2	51,92
9	3	29,31

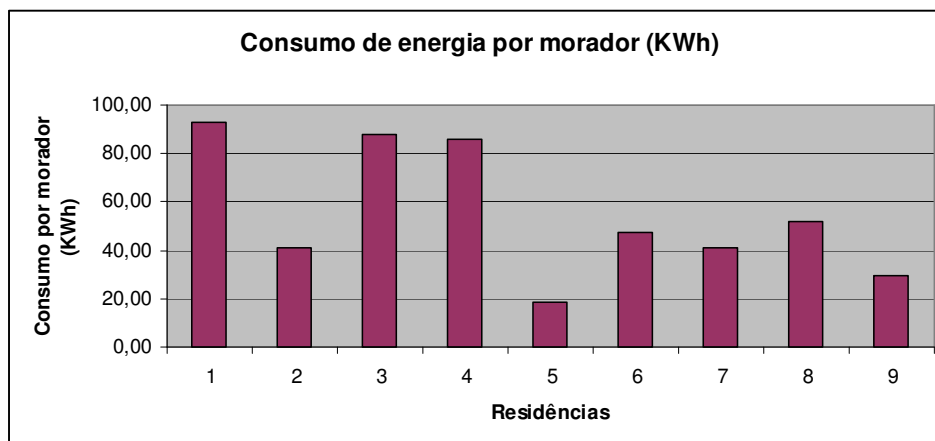


Figura 8 – Consumo de energia por morador (kW)

Levando em consideração, segundo a Procel, 2007, que do consumo total (R\$) de energia elétrica em uma residência, 24% da conta está relacionada ao uso do chuveiro elétrico, foi feita uma estimativa de consumo por família, conforme especificado na tabela 1.

Tabela 3. Gasto mensal com energia relacionado ao chuveiro.

Residência	Custo de energia com o chuveiro (R\$)
1	22,80
2	15,71
3	21,45
4	33,30
5	3,80
6	35,52
7	15,16
8	12,71
9	10,76

4.2 Gasto com aquisição do sistema

Para fins de cálculo do tamanho do reservatório (boiler), foram utilizados dados conforme sugerem as empresas A, B e C, descritas: Solar&Sol – Energia Solar, Vida Solar – Hidráulica e Aquecedores e Global – Aquecedor Solar, os quais são necessários 100 litros diários de água por morador da residência. Para cálculos de dimensionamento: Cada m² de

placa é capaz de aquecer 100 litros de água, que será armazenado no reservatório térmico – boiler. (SOLAR&SOL – ENERGIA SOLAR).

Para Alves, 2009 a maior vantagem do sistema de aquecimento solar é que não polui durante o uso e seus componentes para serem fabricados e instalados e não necessitam de constantes manutenções, desta forma evitando gasto de outros produtos.

Mas devido combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás), e a energia hidrelétrica (água), serem recursos finitos, precisa-se investir em melhores tecnologias e menores custos para uma perfeita eficiência para utilização de placas solares (ALVES, 2009).

Além da redução na conta de luz, ao aproveitarmos essa fonte de energia gratuita contribui, principalmente nos horários de pico de utilização, aliviando o sistema gerador e distribuidor de energia elétrica (ALVES, 2009).

De acordo com Alves 2009, para um coletor solar convencional com custo de instalação de R\$ 1.600,00, a economia obtida na conta de energia elétrica trará retorno do investimento entre 24 e 36 meses se considerado uma família com 4 pessoas.

Para famílias com 02 moradores é indicada à utilização de coletor solar do tipo convencional de 2m², com boiler de 200 litros. Para famílias com 03 moradores é indicada à utilização de coletor solar do tipo convencional de 3m² com boiler de 300 litros e para famílias com 06 moradores é indicada à utilização de coletor solar do tipo convencional, com boiler de 600 litros.

O custo médio para a instalação do coletor solar indicado para famílias com 02 moradores é de R\$ 1.668,26, para 03 moradores é de R\$ 2.502,39 e para 06 moradores é R\$ 5.004,79.

Está descrito na tabela 4 o investimento que cada família terá com a instalação do sistema de acordo com o número de moradores.

Tabela 4 – Custo com instalação de coletores solares convencional por número de moradores
(R\$)

Residência	Nº de Moradores	Custo com instalação de coletores solares (R\$)
1	2	1.668,26
2	3	2.502,39
3	2	1.668,26
4	3	2.502,39
5	2	1.668,26
6	6	5.004,79
7	3	2.502,39
8	2	1.668,26
9	3	2.502,39

4.3 Estimativa de retorno do investimento

Para realizar a estimativa do tempo de retorno do investimento com instalação dos aquecedores solares para cada residência, utilizou-se os dados da Procel 2007, que demonstram que o chuveiro elétrico gera um custo de 24% da energia consumida.

Analizou-se, portanto, que a família 01 tem um gasto médio mensal de R\$ 95,00 com energia elétrica. Esta, irá gastar cerca de R\$ 1.668,26 para a instalação do aquecedor e terá uma economia de 24%, totalizando R\$ 22,80 mensais. Sendo assim, o tempo de retorno estimado para a família 01 é de 73 meses, ou seja, aproximadamente 6 anos.

No caso da família 02, o gasto médio mensal é de R\$ 65,46 com energia elétrica, e o gasto para instalação do aquecedor é de R\$ 2.502,39. A economia será de R\$ 15,71 mensais, sendo assim, o tempo de retorno estimado para a família 02 é de 159 meses, ou seja, 13 anos e 2 meses.

Para a família 03, que tem um gasto médio mensal de R\$ 89,38 com energia elétrica e gastará R\$ 1.668,26 para a instalação do aquecedor, a economia será de R\$ 21,45 mensais. Portanto, o tempo de retorno estimado para a esta família é de 77 meses, ou seja, 6 anos e 4 meses.

Em relação à família 04, que possui um gasto médio mensal de R\$ 138,74 com energia elétrica, o custo para instalação do aquecedor solar é de R\$ 2.502,39. A economia mensal será de R\$ 33,30, necessitando de 75 meses, ou 6 anos e 2 meses, para ter o retorno do investimento.

A família 05 tem um gasto médio mensal de R\$ 15,84 com energia elétrica, o custo com instalação do aquecedor solar é de R\$ 1.668,26, apresentando uma economia de R\$ 3,80 mensais. Neste caso, o tempo de retorno estimado para a família 05 é de 439 meses, ou seja, em 36 anos e 5 meses.

Em relação à família de número 06, o gasto médio mensal com energia elétrica é de R\$ 147,98, para a instalação do aquecedor solar terá um gasto de R\$ 5.004,79 e uma economia de R\$ 35,52 mensais. Por isso, o tempo de retorno estimado para esta família é de 140 meses, ou 11 anos e 7 meses.

Observando-se que na família 07 o gasto médio mensal com energia elétrica é de R\$ 63,16, o gasto para a instalação do aquecedor solar é de R\$ 2.502,39, e que esta família terá uma economia de R\$ 15,16 mensais, o tempo de retorno estimado nesta residência é de 165 meses, ou seja, 13 anos e 7 meses.

Para a família 08, que tem um gasto médio mensal de R\$ 52,96 com energia elétrica, o gasto para a instalação do aquecedor solar é de R\$ 1.668,26. Desta forma, com uma economia de R\$ 12,71 mensais, o tempo estimado que levará para ter o retorno é de 08 é de 131 meses, ou seja, 10 anos e 9 meses.

Na família 09, que tem um gasto médio mensal de R\$ 44,84 com energia elétrica, o custo com a instalação do aquecedor solar é de R\$ 2.502,39, assim, terá uma economia de R\$ 10,76 mensais e um tempo de retorno estimado de 232 meses, ou seja, 19 anos e 3 meses.

A análise comparativa entre o tempo de retorno do investimento por residência pode ser visualizado também na figura 9.



Figura 9 - Tempo estimado de retorno do investimento

Os resultados do trabalho de pesquisa podem ser observados também na tabela 1, onde fica perceptível o fato de que o número de moradores está proporcionalmente ligado ao maior custo com a instalação do sistema de aquecimento solar.

Outra constatação é de que a viabilidade de instalação do sistema torna-se economicamente viável, a curto prazo, para aquelas famílias que apresentam maior gasto com o chuveiro elétrico.

Pensando na proposta de eficiência energética, pode-se perceber que, independentemente do número de moradores, o fator “hábito de consumo” é determinante para se pensar na viabilidade da instalação do aquecedor solar, pois, a consciência de economia facilitaria o tempo de retorno do investimento. Vale ressaltar que o tempo de retorno foi feito de modo simplificado sem considerar a inflação e as variações na economia.

Para este trabalho foi observada apenas a estimativa de consumo e não a demanda real do chuveiro elétrico, também não foi considerado o excedente de energia para aquecer a água na temperatura ideal nos meses frios, ficando como sugestão para novas pesquisas.

Em levantamento de custos, foram coletados os gastos com aquecedor solar de baixo custo, sendo que para a instalação deste equipamento gera-se um gasto entorno de R\$1.200,00 para famílias com 02 e ou 03 moradores a R\$1.800,00 para famílias com 06 moradores (SOCIEDADE DO SOL, 2014).

Sendo assim as famílias analisadas teriam um retorno de investimento menor do que com a instalação do coletor solar convencional, conforme descrito nas tabelas 5 e 6.

Porém, sabendo que o coletor solar de baixo custo pode variar no que diz respeito ao tipo de material empregado na sua fabricação, caberiam estudos mais direcionados visando encontrar modelos com menor custo para que reduza o tempo de investimento por residência.

Tabela 5. Dados por residência (Coletor Convencional).

Residência	Nº de Moradores	Custo de energia com o chuveiro (R\$)	Custo de instalação do sistema (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)
1	2	22,80	1.668,26	6
2	3	15,71	2.502,39	13
3	2	21,45	1.668,26	6
4	3	33,30	2.502,39	6
5	2	3,80	1.668,26	36
6	6	35,52	5.004,79	11
7	3	15,16	2.502,39	13
8	2	12,71	1.668,26	10
9	3	10,76	2.502,39	19

Tabela 6. Dados por residência (ASBC).

Residência	Nº de Moradores	Custo de energia com o chuveiro (R\$)	Custo de instalação do sistema ASBC (R\$)	Tempo de retorno do investimento (anos)
1	2	22,80	1.200,00	4
2	3	15,71	1.200,00	6
3	2	21,45	1.200,00	5
4	3	33,30	1.200,00	3
5	2	3,80	1.200,00	26
6	6	35,52	1.800,00	4
7	3	15,16	1.200,00	7
8	2	12,71	1.200,00	8
9	3	10,76	1.200,00	9

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que a coleta da energia solar para aquecer a água o chuveiro, possui um custo de instalação elevado em relação a outras fontes, porém do ponto de vista ambiental se apresenta atrativa pela redução de gases poluentes, geração de energia próxima ao ponto de consumo sem danificar o meio ambiente e pela utilização do sol que uma fonte inesgotável de geração e energia.

Com este trabalho foi possível identificar que a instalação de coletores solares em HIS, vem a ser um bom investimento em longo prazo, ou seja, pensando no futuro.

Sabendo que a economia com o chuveiro elétrico é de 24%, seria de valia a utilização do coletor em todos os pontos de água na casa se pensarmos que esta instalação geraria uma economia em torno de 50%. (DASOLBRAVA).

Ainda constatou-se que a viabilidade deste investimento se faz presente em famílias onde possuem menos moradores e o consumo de energia elétrica é maior, por exemplo, a família 1, dentre as que possuem 02 moradores, é a família que mais tem gastos com energia elétrica, porém, é a família que terá o retorno em um tempo menor.

É demonstrado também que o tempo de retorno do investimento está relacionado diretamente ao gasto com a energia elétrica e independe da área de coletor e do volume de água a ser aquecido.

Assim, quanto maior o consumo de energia na residência, menor o tempo de retorno do investimento.

Portanto conclui-se que a palavra viabilidade deverá ser utilizada apenas ao se tratar de eficiência energética.

Desta forma, os moradores das residências analisadas, têm uma redução no custo de vida, com menor gasto com energia, o que aumenta sua qualidade de vida e contribui para um desenvolvimento sustentável da sociedade.

Como sugestão de continuidade deste estudo, visando ampliar o conhecimento em relação ao assunto, propõe-se realizar pesquisas mais abrangentes em HIS de grandes centros populacionais, enfatizando o gasto real com o chuveiro elétrico, hábitos no inverno e verão e a viabilidade da instalação do coletor solar como fonte de energia para outros pontos da residência e ainda planejar a utilização desta tecnologia desde o projeto inicial tanto para pequenas residências quanto para condomínios verticais de baixa renda.

Por fim, é necessária a disseminação e implantação de programas de incentivo para o uso de sistemas de captação de energia solar, buscando a sustentabilidade e contribuindo para o desenvolvimento de populações de baixa renda, salientando que se houvesse investimento do governo para aquisição dos aquecedores solares, a população teria melhoria da sua qualidade de vida.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAVA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO, 1996. “**O Aquecedor Solar de Água para o Setor Elétrico e para o Usuário Final**”, São Paulo.

ABRAVA – **Manual de capacitação em projetos de sistemas de aquecimento solar**. – Edição Abril de 2008.

ALVES, R. B. de M. B. **Energia Solar como Fonte Elétrica e de Aquecimento no Uso Residencial**. Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2009.

ANDRADE, P. B. **Eficiência Energética em Edifícios**. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2001. Disponível em: <paginas.fe.up.pt/~ee06139/apresentacao>. Acesso em 10 jun. 2014.

ANEEL – **Agência nacional de energia elétrica**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em 16 fev. 2014.

ARANTES, L. O. **Avaliação comparativa do ciclo de vida entre sistemas de aquecimento solar de água utilizados em habitações de interesse social**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

ASTROSOL – **Aquecedores**. Disponível em: <<http://www.astrosol.com.br/blog/item/187-simulador>>. Acesso em 22 out. 2014.

ASTROSOL – **Aquecedores**. Disponível em: <<http://www.astrosol.com.br/simulador/>>. Acesso em 09 out. 2014.

BEN – **Balanco Energético Nacional**, 2014 - ano base 2013.

BOSCOLI, M. A. B. **Usuários de Habitação de Interesse Social e Adoção de Sistemas de Aquecimento Solar de Água: Estudo de Caso em Londrina – PR**. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2010.

BRAGA, B; et al. **Introdução à engenharia ambiental – 2ª ed**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CERPCH - **Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas - Fontes Renováveis. Hidráulica**. Disponível em: <http://cerpch.unifei.edu.br/fontes_renovaveis/hidraulica/htm>. Acesso em 21 Mar. 2014.

CERPCH - **Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/hidraulica.php>>. Acesso em 19 out. 2014.

CERPCH - **Centro Nacional de Referência em Pequenas Centrais Hidrelétricas**. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/hidraulica.php>>. Acesso em 07 out. 2014.

COMPAF – Disponível em <<http://www.compaf.com.br/aquecd.htm>>. Acesso em 24 out. 2014.

DADALTO, E. A. **Utilização da Energia Solar para Aquecimento de Água pela População de Baixa Renda Domiciliar em Habitações Populares.** Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. Minas Gerais, Julho, 2008.

DASOL – DEPARTAMENTO NACIONAL DE AQUECIMENTO SOLAR. **Aquecimento Solar.** Disponível em <<http://www.dasolabrava.org.br/dasol>>. Acesso em 21 Mar. 2014.

DASOLBRAVA - DEPARTAMENTO NACIONAL DE AQUECIMENTO SOLAR. **Aquecimento Solar.** Disponível em: <www.dasolabrava.org.br>. Acesso em 18 out. 2014.

DUTRA, A. **Aproveitamento de fontes alternativas para redução do consumo de energia elétrica e reflexo nos seus custos.** 2010. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

ENCICLOPÉDIA TIGRE – **Dimensionamento de Aquecedores.** Disponível em <<http://www.tigre.com.br/enciclopedia/artigo/56/Dimensionamento+de+Aquecedores+>>. Acesso em 24 out. 2014.

FANTINELLI, J. T. **Tecnologia Solar de Interesse Social e Baixo Custo para Aquecimento de Água na Moradia.** Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica, Departamento de Energia. Campinas, 2002.

GLOBAL – **Aquecedor Solar.** Disponível em <http://loja.globalaquecedor.com.br/product_info.php?cPath=7&products_id=42>. Acesso em 24 out. 2014.

GONÇALVES, C. E. **Utilização de Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico em Creches, Orfanatos, Asilos e assemelhados.** Instituto para o Desenvolvimento de Energias Alternativas na América Latina. São José, 2008.

HELIOTEK Bosch Group. Disponível em: <<http://heliotek.com.br>>. Acesso em 18 out. 2014.

KISOL. Disponível em <http://www.kisol.com.br>. Acesso em 18 out. 2014.

KRAUSE, B. C; et al. **Instalação de Coletor Solar. Dicas para Arquitetura.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. DTC – Departamento de Tecnologia da Construção. Rio de Janeiro, 2005.

LAFAY, J. M. S. **Análise Energética de Sistemas de Aquecimento de Água com Energia Solar e Água.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Porto Alegre, 2005.

MANEA, T. F. **Avaliação de Sistemas de Aquecimento de Água Solar-Gás.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia – Departamento de Engenharia Mecânica. Porto Alegre, 2009.

MARROQUIN, A. I. **Relação Custo Benefício para Coletores Solares Planos.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Engenharia. Porto Alegre, 1989.

MENKES, Mônica. **Eficiência Energética, políticas públicas e sustentabilidade.** Universidade de Brasília - Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília 2004.

OLIVEIRA, L. F. C. de. et al. **Potencial de redução do consumo de energia elétrica pela utilização de aquecedores solares no estado de Goiás.** Eng. Agríc., Jaboticabal, 2008.

PEREIRA, Elizabeth Marques et.al. **Energia solar térmica** In: TOMASQUI, Mauricio Tiomno et.al. **Fontes renováveis de energia no Brasil.** Rio de Janeiro: Interciência – Cenergia, 2003. 239-280pp.

PORFIRIO, C. H; et al. **Viabilidade da energia solar para aquecimento da água em habitação.** Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. São Paulo. Disponível em <http://www.usp.br/fau/cursos/graduacao/arg_urbanismo/disciplinas/aut0221/Trabalhos_Finais_2006/Viabilidade_da_Energia_Solar_para_Aquecimento_da_Agua_na_Habitacao.pdf> Acesso em 21 Mar. 2014.

PORTAL ECO HOSPEDAGEM. Disponível em: <<http://ecohospedagem.com/diferenca-entre-painel-fotovoltaico-e-painel-para-aquecimento-de-agua/>>. Acesso em 18 out. 2014.

PROCEL. **Avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil – Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso – ano base 2005.** Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main>>. Acesso em 24 out. 2014.

RAIMO, P. A; et al. **Avaliação do tempo de retorno dos sistemas de aquecimento solar de água no setor residencial.** Universidade de São Paulo, São Paulo.

RÍSPOLI, Í. A. G. **Estudo do Aproveitamento da Energia Solar para Aquecimento de Água em Edificações Unifamiliares de Baixa Renda.** Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Civil. Campinas, 2001.

SABESP. Disponível em <http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=2&temp2=3&proj=sabesp&pub=T&nome=Uso_Racional_Agua_Generico&db&docid=DAE20C6250A162698325711B00508A40>. Acesso em 24 out. 2014.

SIQUEIRA, D. A. **Estudo de Desempenho do Aquecedor Solar de Baixo Custo.** Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Química. Uberlândia, 2009.

SOLAR E SOL – **Energia Solar.** Disponível em <<https://www.solaresol.com.br/loja/orcamento-solar.html>>. Acesso em 24 out. 2014.

SPHOR, J. F. **Análise Econômica e Sócio-Ambiental da Implantação de um Projeto de Eficiência Energética.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Escola de Administração – Departamento de Ciências Administrativas. Porto Alegre, 2010.

TRANSSSEN - **Aquecedor Solar – Banho e Piscina.** Disponível em <<http://www.transssen.com.br/seu-projeto>>. Acesso em 24 out. 2014.

UNISOL – **Aquecedores solares.** Disponível em <<http://www.unisolaquecedores.com.br/noticias.php>>. Acesso em 24 out. 2014.

VIEIRA, L. R. **Estratégias para minimizar o consumo de energia elétrica no apoio a sistemas solares de aquecimento de água.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

VITAE CIVILIS – **Cidadania e Sustentabilidade.** Disponível em <<http://www.vitaecivilis.org.br/programas/2011-11-25-10-25-50/publicacao-boas-praticas-em-energia-solar.html>>. Acesso em 16 fev. 2014.

SOCIEDADE DO SOL. Disponível em <<http://www.sociedadedosol.org.br/projetos/asbc/conceitos-basicos>>. Acesso em 16 fev. 2014.