

ANÁLISE DE VIABILIDADE PARA A IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR PARA USO EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS RESIDENCIAIS

Gabriel Lima^a, Raquel Finkler^b, Andréa U. Timm^c

^a Graduando em Engenharia Civil. Centro Universitário da Serra Gaúcha. gabrieldamin@hotmail.com

^b Mestre em Engenharia Ambiental. Centro Universitário da Serra Gaúcha (FSG). raquel.finkler@fsg.br

^c Doutora em Física. Centro Universitário da Serra Gaúcha (FSG). andrea.timm@fsg.br

Resumo

O presente estudo tem por objetivo analisar a viabilidade econômica da implementação de um sistema de aquecimento solar para uso em instalações hidráulicas residenciais no município de Caxias do Sul (RS) em novas edificações. A metodologia de pesquisa abordada foi de caráter exploratório, adotando-se como procedimento a pesquisa documental. Este trabalho justifica-se pela crescente necessidade da aplicação de energias alternativas. Como resultado do trabalho, observa-se reduzida motivação por parte da sociedade quanto à utilização deste meio de aquecimento em residências, possivelmente alimentado pela percepção de elevado custo e pelo desconhecimento de opções economicamente viáveis.

Abstract

The present study aims to analyze the economic viability of the implementation of a solar heating system for use in residential hydraulic installations in the municipality of Caxias do Sul (RS) in new buildings. The research methodology was an exploratory one, adopting documental research as a procedure. This work is justified by the growing need to apply alternative energies. As a result of the work, there is a reduced motivation on the part of society regarding the use of this heating medium in homes, possibly fueled by the perception of high costs and the lack of knowledge of economically viable options.

Palavras-chave

Sistema de aquecimento solar.
Termoconversão. Viabilidade econômica.

Keywords

Solar heating system. Thermoconversion.
Economic viability.

1 INTRODUÇÃO

As energias renováveis são as provenientes de ciclos naturais sendo praticamente inesgotáveis e causando baixos impactos ambientais no balanço térmico do planeta. A

utilização de fontes de energia renováveis permite a redução recursos finitos, contribui para a preservação ambiental e para a redução da produção de gases com efeito estufa, além de evidenciar a responsabilidade ambiental individual e coletiva. Neste sentido, a racionalização do uso de energia traduz-se, principalmente, no uso mais intenso de fontes renováveis de energia, entre elas, hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica, entre outras.

A matriz energética brasileira, em 2014, segundo o Ministério de Minas e Energia (2015), é constituída de 60,6% por fontes não renováveis e 39,4% por fontes renováveis. Já a composição da matriz elétrica, era composta por 25,4% de fontes não renováveis e 74,6% de renováveis. O mesmo autor continua afirmando que se considerada somente as fontes renováveis, observa-se que a matriz elétrica nacional, tem a contribuição de 87,5% de energia hidrelétrica; 6,9% de bagaço; 2,6% eólica; 0,0035% de solar e 3,0% de outras fontes.

O Brasil, em virtude de suas características geográficas, possui elevado potencial para a adoção de tecnologias de geração de energias por fontes renováveis em especial a solar. No que se refere ao uso de energia solar, em 2018, o Brasil deverá estar entre os 20 países com maior geração (BRASIL, 2016). Entretanto, apesar do potencial, a energia solar ainda é um campo pouco estudado, pois é uma fonte de energia renovável adotada em pequena escala e seus custos de instalação são altos (KEMERICH *et al.*, 2016).

Diante do exposto, o presente estudo tem por objetivo avaliar a viabilidade econômica da implementação de um sistema de aquecimento solar para uso em instalações hidráulicas residenciais no município de Caxias do Sul (RS).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A geração de energia solar pode ser obtida por meio de dois sistemas: heliotérmico e o fotovoltaico. Segundo Tolmasquim (2016), a energia fotovoltaica consiste na conversão direta da luz em eletricidade; já a heliotérmica é uma forma de geração termelétrica, na qual um fluido é aquecido a partir da energia solar para produzir vapor. Independente do sistema, a produção de energia depende da radiação solar que está associada a diferentes fatores, a saber:

Além das condições atmosféricas (nebulosidade, umidade relativa do ar, etc.), a disponibilidade de radiação solar, também denominada energia total incidente sobre a superfície terrestre, depende da latitude local e da posição no tempo (hora do dia e dia do ano). Isso se deve à inclinação do eixo imaginário em torno do qual a Terra gira diariamente (movimento de rotação) e à trajetória elíptica que a Terra descreve ao redor do Sol (translação ou revolução) (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, 2005, pg.29).

A Figura 1 apresenta a média anual do total diário de irradiação solar global incidente no Brasil, segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA *et al.*, 2006).

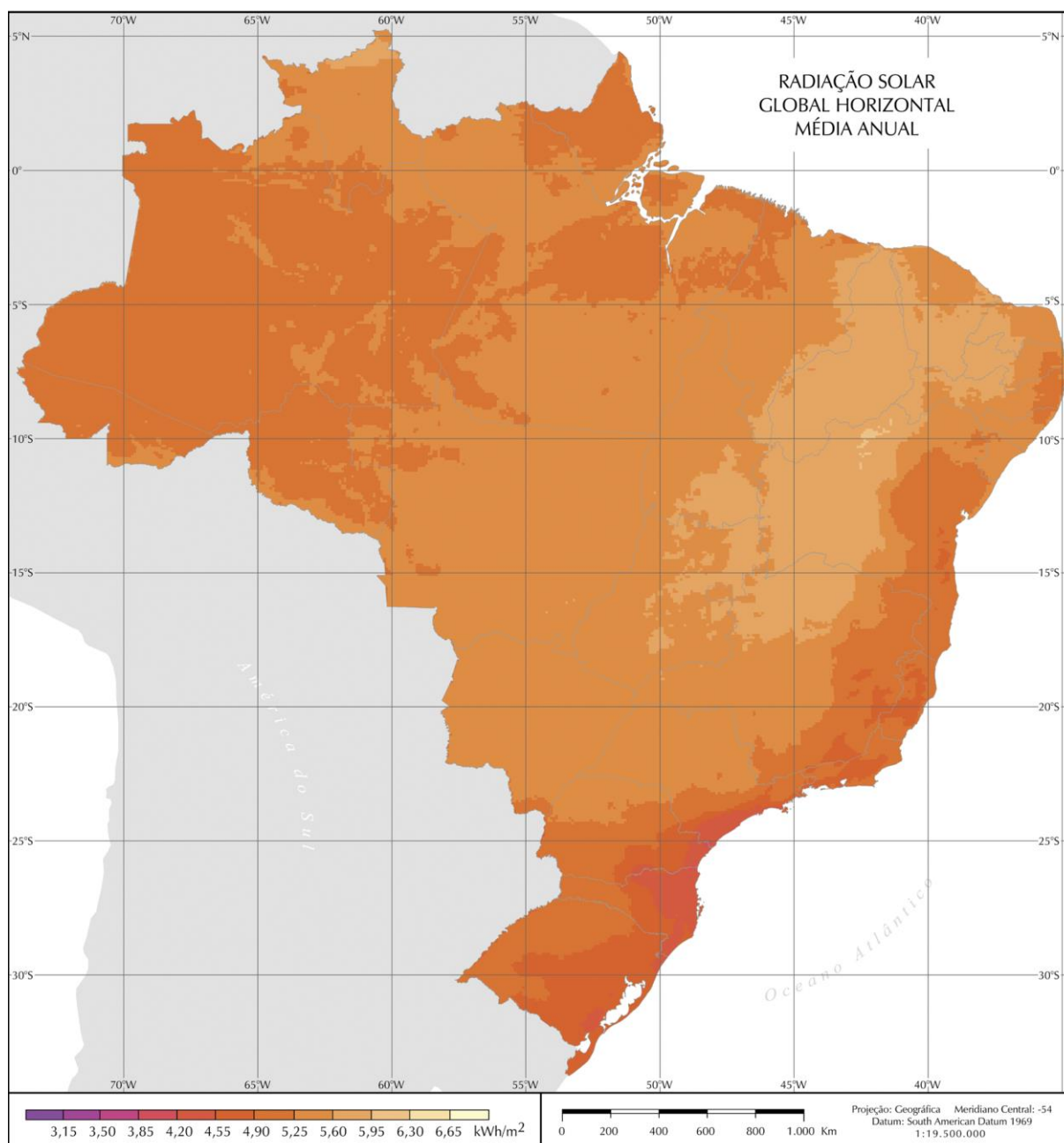


Figura 1: Média anual do total diário de irradiação no Brasil em kWh/m².

Fonte: PEREIRA *et al.* (2006).

De acordo com o Atlas Brasileiro de Energia Solar (PEREIRA *et al.*, 2006), o Brasil está situado em uma região de incidência mais vertical de raios solares, sendo que esta condição favorece elevados índices de irradiação em todo território. Os autores continuam afirmando que a proximidade à linha do Equador contribui para que haja pouca variação na

incidência solar ao longo do ano, o que confere condições favoráveis e vantagens para o aproveitamento energético solar.

A AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL (2005) considera importante ressaltar que mesmo as regiões com menores índices de radiação apresentam grande potencial de aproveitamento energético. Comparativamente com outros países, mesmo os menores valores brasileiros são bem melhores. Na Alemanha o melhor lugar de insolação dentro do seu território é inferior ao pior lugar encontrado no Brasil, entretanto é a maior geradora de energia solar do mundo por habitante (CABRAL *et al.*, 2013).

2.1 Aplicação da energia solar

A Figura 2 apresenta as duas formas de aproveitamento da energia solar, isto é, a passiva e a ativa. O aproveitamento da iluminação natural e do calor para aquecimento de ambientes, denominado aquecimento solar passivo, decorre da penetração ou absorção da radiação solar nas edificações, reduzindo-se, com isso, as necessidades de iluminação e aquecimento. Assim, um melhor aproveitamento da radiação solar pode ser feito com o auxílio de técnicas mais sofisticadas de arquitetura e construção (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, 2005).

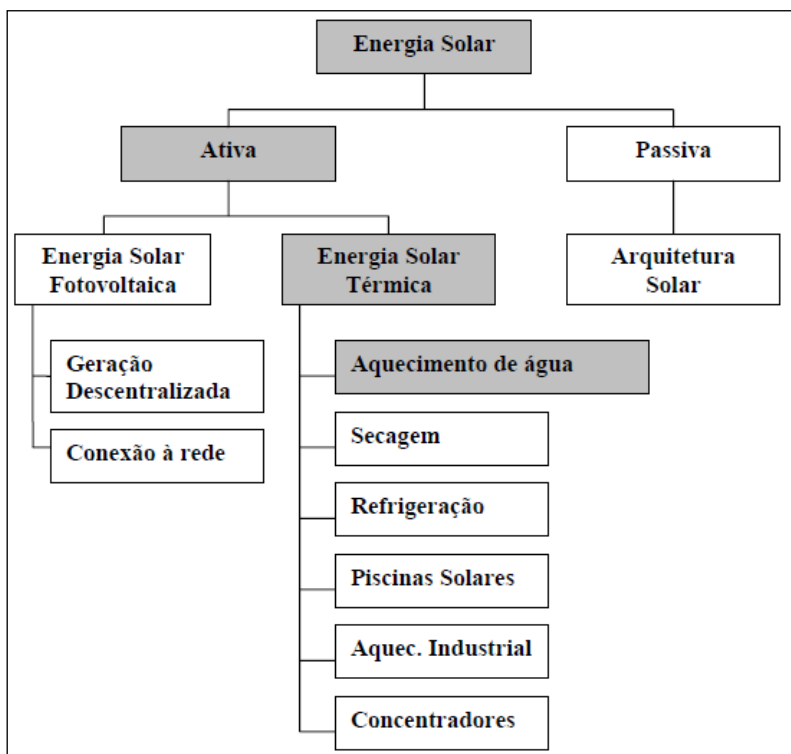


Figura 2: Fluxograma das aplicações da energia solar.
Fonte: Pereira *et al.* (2003).

Entre os vários processos de aproveitamento da energia solar, os mais usados atualmente são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. No Brasil, o primeiro é mais encontrado nas regiões Sul e Sudeste, devido a características climáticas, e o segundo, nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas da rede de energia elétrica AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL (2005, pg.29).

A energia solar térmica é uma fonte renovável, limpa e ilimitada, de grande potencial de uso com disponibilidade de níveis de irradiação solar e condições climáticas apropriados para o aquecimento de água. Sendo assim, sistemas de aquecimento solar de água diminuem a demanda do sistema elétrico nacional, reduzindo investimentos em sistemas de geração, transmissão e distribuição. Uma vez que:

Sistemas de geração como as hidroelétricas necessitam de enormes volumes de água armazenados para funcionamento das turbinas, promovendo impactos socioambientais como inundações de áreas habitáveis e submersão de áreas verdes. Por sua vez, usinas termoeletricas causam enorme poluição devido à queima de combustíveis fósseis como carvão, óleo diesel e gás natural (LAMBERTS *et al.*, 2010, pg. 33).

A utilização de sistemas solares para aquecimento de água, de acordo com Baptista (2006), reflete em benefícios para as concessionárias de energia elétrica, para o consumidor final e para a sociedade, pois representa:

- a) significativa redução da demanda por energia elétrica nos horários de pico;
- b) melhoria do desempenho da concessionária devido ao aumento do fator de carga, o que leva à otimização da utilização do sistema elétrico e uma maior rentabilidade na comercialização de energia;
- c) melhoria dos serviços prestados aos clientes;
- d) economia com energia elétrica e do maior conforto;
- e) aproveitamento da energia solar, que é uma fonte gratuita de energia, abundante e não poluente;
- f) contribuição para a preservação do meio ambiente que pode levar à redução da necessidade de construção de obras de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, que causam impactos ambientais;
- g) promove a redução da emissão de gases do efeito estufa e outros poluentes, desde que a geração substituída seja termelétrica de base fóssil, e;
- h) criação de empregos locais diretos e indiretos.

Ainda conforme Junior (2000, pg. 16), a utilização da energia solar para o aquecimento da água é importante à medida que é:

[...] uma das aplicações mais práticas e é uma área a ser analisada de uma forma especial, pois no tocante à economia de energia elétrica é uma opção extremamente útil. Através dela é possível diminuir ou até mesmo substituir o uso dos chuveiros elétricos (aparelhos responsáveis por uma inconveniente carga para as concessionárias, geradoras e distribuidoras de energia elétrica) pois o Brasil possui incidência de radiação solar em todo o seu território (JUNIOR, 2000, p.16).

2.2 Sistema de aquecimento solar de água

O aquecimento de água através da energia solar é feito usando painéis coletores que possibilitam o aquecimento da mesma até temperaturas em torno de 100 °C. Geralmente, o coletor é instalado na cobertura das edificações, inclinado de forma a maximizar o ganho energético. A relação adequada de área de coletores e reservatório térmico deverá ser adequada às condições da instalação, características técnicas dos equipamentos, disponibilidade da irradiação solar no local onde o sistema será instalado e as características de consumo da edificação.

De acordo com Lamberts *et al.* (2010), os sistemas de aquecimento solar de água são basicamente constituídos por coletores solares, reservatório térmico, fonte auxiliar de energia, sistemas de controle e rede de distribuição de água aquecida. Sendo que os sistemas de aquecimento solar são classificados de acordo com a NBR15.569 (ABNT, 2008) conforme o arranjo, circulação, regime, armazenamento, alimentação e alívio de pressão.

O esquema básico de funcionamento do sistema de aquecimento de água para consumo doméstico é apresentado na Figura 3.

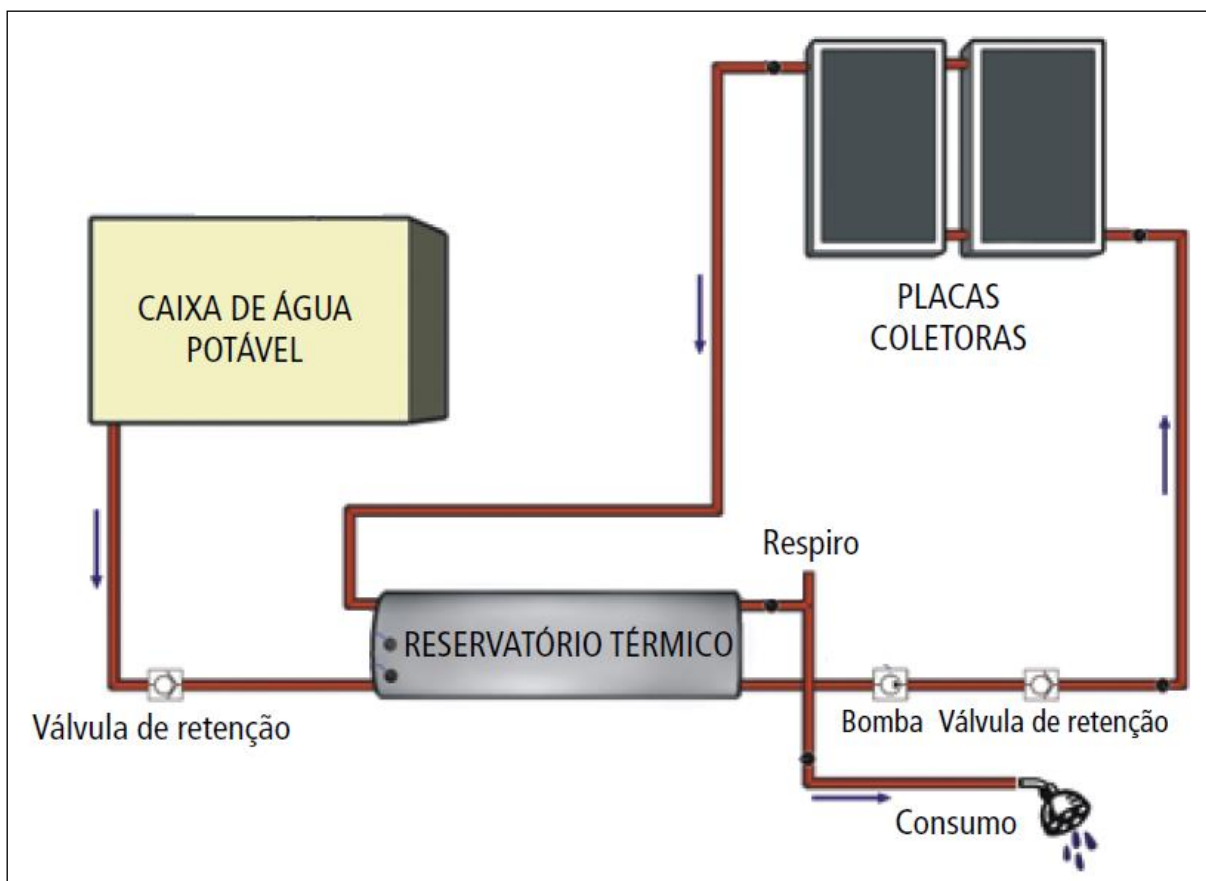


Figura 3: Diagrama de funcionamento do sistema de aquecimento solar para fornecimento de água quente para consumo.

Fonte: Lamberts *et al.* (2010).

2.3 Análise do perfil de consumo de energia elétrica em residências da região Sul do Brasil

De acordo com um estudo realizado pela Centrais Elétricas Brasileira e pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (ELETROBRÁS/PROCEL, 2007), a maioria dos domicílios da região Sul possui área construída entre 51 e 100 m² (77,4%), sendo que a média de moradores é de 2,97 indivíduos.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (2014), o aquecimento de água representa 10% da demanda de energia nos lares brasileiros. Quando comparados os anos de 2005 e 2012, percebe-se ganhos de eficiência oriundos do uso de equipamentos mais eficientes. No que se refere ao consumo energético de chuveiros elétricos, em 2005 estes representavam 22,2% do consumo total da residência, já em 2012 a participação caiu para 18%. A pesquisa ainda aponta que, de forma geral, o aumento de posse e de uso de equipamentos elétricos explica a elevação do consumo de eletricidade por domicílio, o que

não ocorreu para o aquecimento de água, que diminuiu em termos absolutos em virtude da penetração do aquecimento solar.

Segundo a mesma pesquisa, a região Sul apresentou a maior posse de chuveiros elétricos, representando 1,17 unidade por domicílio. Também constatou-se que a maioria das pessoas (56,4%) que possuem chuveiro elétrico gasta até 10 minutos para o banho, enquanto que os que levam entre 10 e 20 minutos no banho correspondem a 26,5% (Figura 4). Ainda conforme o estudo, o chuveiro elétrico é responsável por 25% de consumo de energia elétrica na região Sul, conforme apresentado na Figura 5.

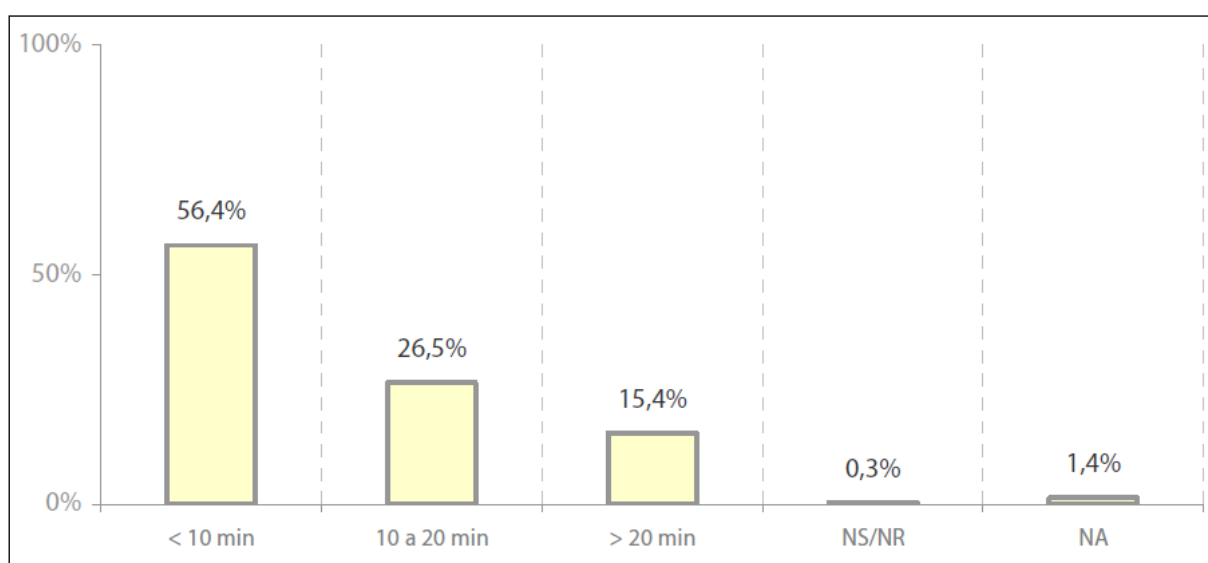


Figura 4: Tempo médio do banho por pessoa utilizando chuveiro elétrico

Fonte: ELETROBRAS/PROCEL (2007).

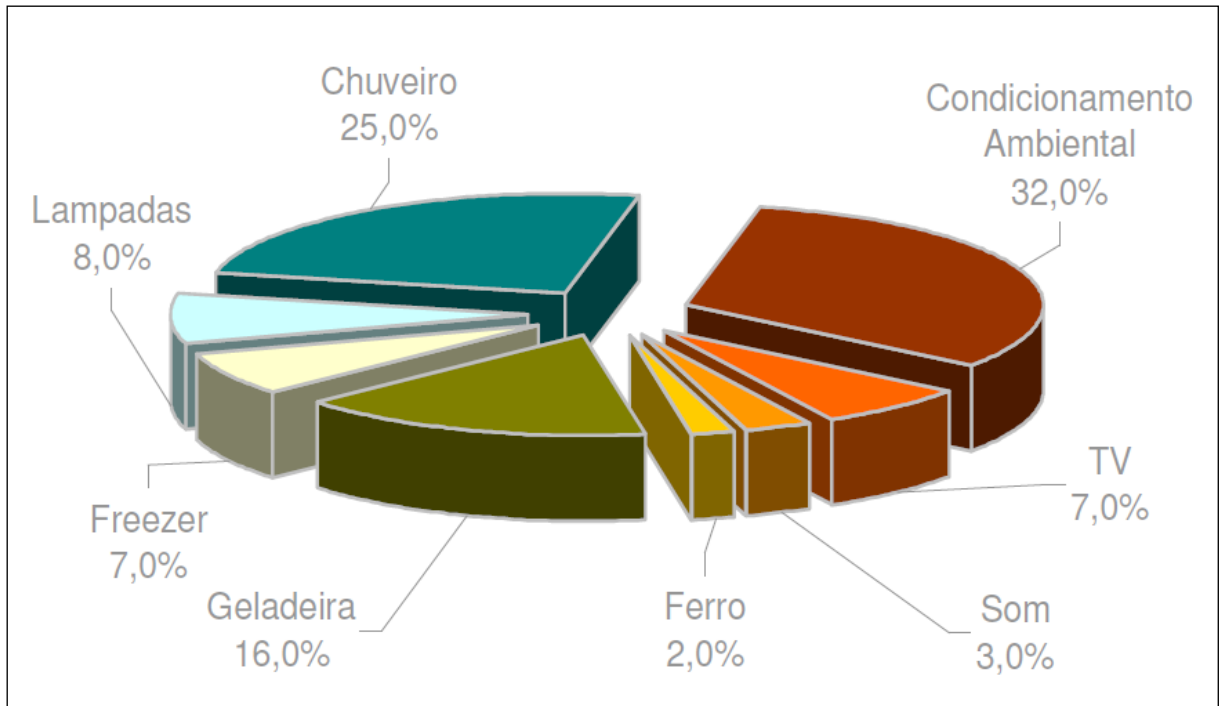


Figura 5: Participação dos eletrodomésticos no consumo de eletricidade das residências, referente a 2005.
Fonte: ELETROBRAS/PROCEL (2007).

3 METODOLOGIA

3.1 Características da área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido objetivando a avaliação da viabilidade econômica da implementação de um sistema de aquecimento solar para uso em instalações hidráulicas residenciais em Caxias do Sul - Rio Grande do Sul. O município de Caxias do Sul está inserido na Região Metropolitana da Serra Gaúcha e possui uma população estimada, para o ano de 2015, de 474.853 habitantes, em uma área territorial de 1.652,308 km² e a densidade demográfica para o ano de 2010 foi de 264,84 hab/km² (IBGE, 2016).

A tendência linear de insolação para o município de estudo é apresentada na Figura 6. Caxias do Sul possui a média anual de insolação diária correspondente a aproximadamente 5,89 h.dia⁻¹ (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2010).

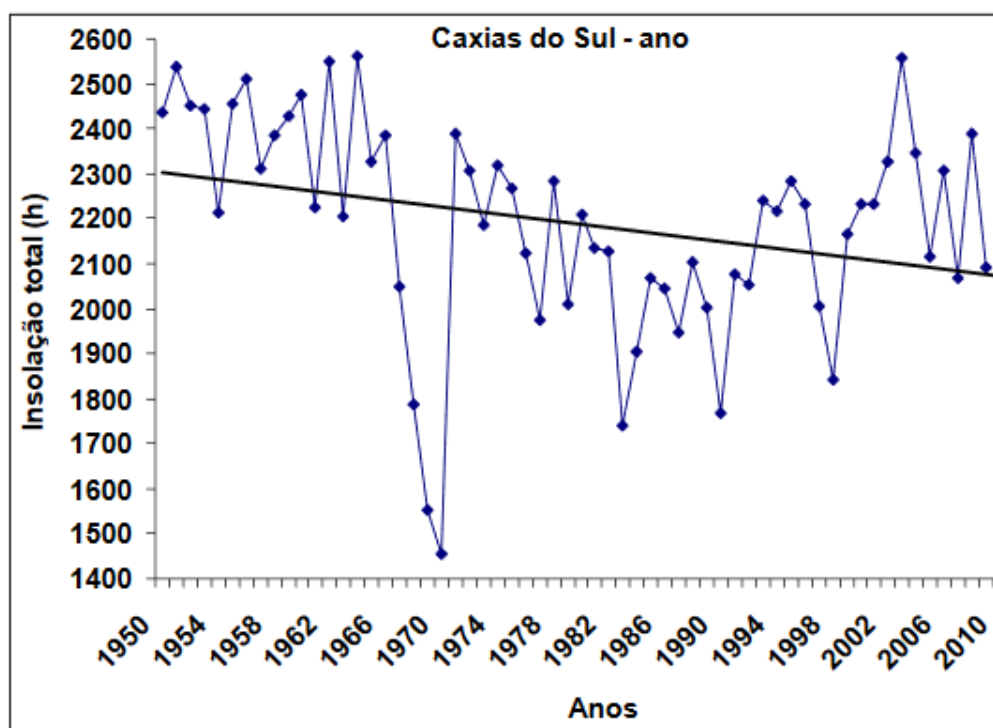


Figura 6: Tendência linear da insolação anual e estacional no período de 1950 a 2009 em Caxias do Sul. Fonte: Cordeiro (2010, pg. 28).

Para a realização deste estudo, efetuou-se um levantamento bibliográfico para sua contextualização sobre os conceitos que envolvem o aproveitamento da energia solar no aquecimento de água em residências e os requisitos/viabilidade de sua aplicação.

3.2 Dimensionamento do reservatório térmico

O cálculo do volume do reservatório térmico, responsável pelo atendimento da unidade residencial a ser estudada, pode ser calculado a partir da seguinte equação, proposta por Coelho (2011, pg. 72):

$$V_{armaz} = \frac{V_{consumo} \cdot (T_{consumo} - T_{\text{água fria}})}{(T_{armaz} - T_{\text{água fria}})} \quad (01)$$

Onde V_{armaz} é o volume do sistema de armazenamento (m^3); $V_{consumo}$ é o volume de consumo diário (m^3); $T_{consumo}$ é a temperatura de consumo de utilização ($^{\circ}C$); T_{armaz} é a temperatura de armazenamento da água ($^{\circ}C$) e $T_{\text{água fria}}$ é a temperatura da água fria ($^{\circ}C$).

Para este estudo, foram adotadas as temperaturas de $40^{\circ}C$ para o consumo de água quente e $45^{\circ}C$ para o armazenamento (COELHO, 2011, pg. 72). A temperatura da água fria foi considerada igual $18^{\circ}C$, que é o arredondamento da temperatura ambiente média anual da cidade de Caxias do Sul/RS, conforme o estudo de tendências climáticas das variáveis

meteorológicas originais, estimadas e das derivadas do balanço hídrico seriado do Rio Grande do Sul, apresentado na Tabela 1 (CORDEIRO, 2010, pg. 84).

Tabela 1: Temperatura média anual anos 1950 a 2009.

Estações meteorológicas	Ano	
	1950-1979 (°C)	1980-2009 (°C)
Bagé	18,6	18,5
Bom Jesus	15,6	15,7
Caxias do Sul	17,2	17,6
Cruz Alta	19,0	19,3
Encruzilhada do Sul	17,6	18,2
Iraí	20,3	21,3
Passo Fundo	18,3	18,5
Pelotas	17,9	18,6
Porto Alegre	18,6	18,7
Rio Grande	18,6	18,7
Santa Maria	19,5	19,9
Santa Vitória do Palmar	17,3	17,4
São Luiz Gonzaga	20,4	21,3
Uruguaiana	20,2	19,9
Estado	18,5	18,8

Fonte: Adaptado de Cordeiro (2010, pg. 84).

3.3 Dimensionamento dos coletores

Para o cálculo da área necessária de coletores, será utilizado a equação que segue, proposta por Carvalho (2016, pg. 37):

$$S = \frac{Q}{I.n} \quad (02)$$

Onde S representa a área dos coletores solares, Q é a quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de uma determinada quantidade de água (em x °C); I é a intensidade da radiação solar e n é o rendimento do coletor, fornecido pelo fabricante. Nesse estudo, será considerado um rendimento igual a 60%.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Dados de consumo

A norma NBR 15.569 (ABNT, 2008) determina o consumo diário de água quente por pessoa variando entre 66 a 120 litros para chuveiro e 6,0 a 9,6 litros para lavatório. As recomendações técnicas para dimensionamento de sistemas de aquecimento solar da

Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (ABRAVA) adotam como consumo diário de água quente por pessoa 80 litros para o chuveiro, 10 litros para a cozinha e 5 litros para lavatório.

A Tabela 2 mostra os valores típicos de consumo diário de água quente por usuários adotados para o cálculo da demanda de água quente em residências, adotando o consumo diário recomendado pela ABRAVA.

Tabela 2: Consumo de água quente por pessoa em função do ponto de consumo.

Ponto de consumo de água quente	Consumo diário por pessoa (litros)
Chuveiro	80
Lavatório	5
Cozinha	10
Consumo diário total	95

Fonte: ABRAVA adaptado pelo autor.

4.2 Número de pessoas por domicílio

Considerando-se os dados coletados pela pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso - classe residencial região Sul, publicação integrante da série avaliação do mercado de eficiência energética no Brasil da ELETROBRÁS; PROCEL (2007), que atingiu um número de 2,97 pessoas por domicílio, neste estudo será adotado um número de 3 habitantes por domicílio. Na Tabela 3 é apresentado o dimensionamento da demanda de água quente em residências nestas condições, bem como os parâmetros adotados para o dimensionamento do volume do reservatório térmico.

Tabela 3: Demanda e parâmetros adotados para o dimensionamento do volume do reservatório térmico.

Consumo diário por morador (litros)	95
Moradores por domicílio (habitantes)	3
Volume diário de água quente (litros)	285
Temperatura de consumo (°C)	40
Temperatura de armazenamento (°C)	45
Temperatura do ambiente (°C)	17,6
Volume do reservatório térmico (litros) – mínimo	232

Fonte: Elabora pelos autores.

Para o cálculo do dimensionamento do reservatório foi utilizado a Eq. (01):

$$V_{armaz} = \frac{0,285 \cdot (40 - 18)}{45 - 18}$$

$$V_{armaz} = 0,232 \text{ m}^3$$

O volume de armazenamento obtido é de aproximadamente 81% do volume de água consumida por dia, atendendo assim, as exigências da NBR 15.569 (ABNT, 2008) que sugere que o volume do reservatório térmico seja maior ou igual a 75% do volume de água quente consumida diariamente pelo prédio.

4.3 Dimensionamento dos coletores

Para o dimensionamento dos coletores considerou-se a temperatura ambiente da água na região ($T_1 = 18 \text{ }^\circ\text{C}$); a temperatura para armazenamento ($T_2 = 45 \text{ }^\circ\text{C}$); a diferença entre a temperatura para armazenamento e a temperatura ambiente ($27 \text{ }^\circ\text{C}$); o tempo médio de funcionamento dos coletores (07 horas); a insolação média ($0,95 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min}$), e; o volume total de água do reservatório (285 litros), o qual corresponde a 47,5 litros/hora, ou seja, 47,5 Kg/hora.

Portanto:

$$Q = 47,5 \cdot 1,27 = 1.282,50 \text{ kcal/h}$$

$$I = 0,95 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{min} = 57 \text{ cal/cm}^2\cdot\text{h} = 0,057 \text{ kcal/cm}^2\cdot\text{h}$$

Assim, a área dos coletores solares será:

$$S = \frac{1.282,50}{0,057 \cdot 0,60} = 13.500 \text{ cm}^2$$

$$S = 1,35 \text{ m}^2$$

4.4 Valores de comercialização de sistemas de aquecimento solar de água

Um kit básico para instalação de sistema de aquecimento solar de água, conforme os padrões estabelecidos pela Caixa Econômica Federal para o programa de habitação Minha Casa Minha Vida, deve ter um valor máximo limitado a R\$ 2.000,00. Além disso, deve ser composto por:

- a) 01 Reservatório para aquecedor solar 200 litros inox;
- b) 01 Placa para aquecedor solar – Coletor 2 X 1 - cobre;
- c) Manual de instalação;
- d) Certificado de garantia.

O kit apresentado atende à demanda do domicílio estudado, atendendo aos critérios técnicos da NBR 15.569 (ABNT, 2008). A norma estipula uma capacidade de 70% de armazenamento de água aquecida no reservatório de armazenamento. Este kit foi encontrado pelo valor de R\$ 1.424,93 sem frete e sem instalação (dados: 13/12/2016), conforme web site da empresa Solar & Sol – Energia Solar.

4.5 Comparativo de consumo/economia

Para estimar o consumo de energia elétrica de um chuveiro, foi utilizado o simulador de consumo disponível no *site* da concessionária do Grupo CEEE, selecionando-se o chuveiro no modo inverno (5.400 W de potência), estimando um número de 30 dias de uso e 0,5 h.dia⁻¹ (considerando-se 3 pessoas no domicílio e que cada uma utilize o chuveiro por 10 minutos por banho). Obteve-se um consumo mensal de 81 kWh e o valor correspondente a este consumo (sem impostos) de R\$ 60,21/mês. Nesse valor, considera-se o custo do consumo de energia em bandeira verde de uma instalação residencial comum com ICMS de 30% e PIS/COFINS média de 5%.

Nesta perspectiva, o retorno do investimento de R\$ 1.424,93 no sistema de aquecimento solar de água ocorre após 24 meses de instalação. Ressalta-se que neste cálculo não foram considerados o consumo da torneira elétrica e dos lavatórios. Sendo assim, o retorno dar-se-á em menor período de tempo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre a viabilidade econômica da implementação de um sistema de aquecimento solar para uso em instalações hidráulicas residenciais no município de Caxias do Sul (RS) representa uma oportunidade de analisar o impacto orçamentário deste sistema em uma nova edificação. Observa-se reduzida motivação por parte da sociedade quanto à utilização deste meio de aquecimento em residências, possivelmente alimentado pela percepção de elevado custo por parte da população e pelo desconhecimento de opções economicamente viáveis, como o conjunto de instalação sugerido pela Caixa Econômica Federal no programa Minha Casa Minha Vida.

Durante o desenvolvimento do estudo, foram descritos os componentes básicos da termoconversão, foi possível avaliar a viabilidade econômica da implementação de um sistema de aquecimento solar, apresentando-se valores acessíveis e retorno garantido em um

médio prazo. Além da viabilização econômica, o trabalho permitiu o confrontamento de informações que apontassem para a possibilidade de utilização do sistema em Caxias do Sul/RS considerando-se fatores como horas insolação diária e anual e temperatura média anual.

Considerando dos resultados favoráveis obtidos neste projeto, fica como sugestão para futuras pesquisas, a avaliação da predisposição da população de Caxias do Sul em aderir a esta solução.

6 REFERÊNCIAS

ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, Ventilação e Aquecimento. Biblioteca (CEDOC). <<http://www.abrava.com.br/biblioteca-cedoc/>>. Acesso em: 23 out. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. ed. Brasília: ANEEL, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.569: sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e Instalação. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

BAPTISTA, A. S. C. **Análise da Viabilidade Econômica da Utilização de Aquecedores Solares de Água em Resorts no Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro, 2006. 171 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. **O Brasil estará entre os 20 países com maior geração solar em 2018**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/01/brasil-estara-entre-os-20-paises-com-maior-geracao-solar-em-2018>>. Acesso em: 25 Out. 2016.

CABRAL, I. S.; TORRES, A. C.; SENNA, P. R. Energia solar – Análise comparativa entre Brasil e Alemanha. In: **IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Salvador (BA): Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais e de Saneamento, 2013.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MATZENUER, R.; RADIN, B.; MALUF, J. R. T. Tamanho de amostra para a estimação da média mensal de insolação diária em diferentes locais do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.7, p. 1509 - 1515, jul, 2010.

CARVALHO, C. H. F. **Projeto de um sistema de aquecimento solar de água para pousadas**. Lavras. UFLA. S/A. Universidade Federal de Lavras. S/A. Disponível em: <http://www.solenerg.com.br/files/monografia_carloshenrique.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2016.

COELHO, D. M. **Identificação de variáveis críticas e simulação do uso de coletores solares em prédios residenciais**. Rio de Janeiro. UFRJ. 2011. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético) Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

CORDEIRO, A. P. A. **Tendências Climáticas das variáveis meteorológicas originais, estimadas e das derivadas do balanço hídrico seriado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. UFRGS. 2010. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia/Ênfase em Agrometeorologia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

ELETOBRAS/PROCEL. **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso classe residencial - Região Sul/Centrals Elétricas Brasileira e Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica**. Rio de Janeiro, 2007.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Série: Estudos da Eficiência Energética – Nota técnica DEA 10/14 – Consumo de energia no Brasil – Análises Setoriais**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem da população**, 2010. Disponível em: <
<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430510&search=||info%20gr%20E%20fic%20-%20informa%20E%20F5es-completas>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

JUNIOR, I. L. **Estudo de um sistema de aquecimento de água híbrido gás-solar**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia). PROMEC, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

KEMERICH, P. D. C.; FLORES, C. E. B.; BORBA, W. F.; SILVEIRA, R. B.; FRANÇA, J. R.; LEVANDOSKI, N. **Paradigmas da energia solar no Brasil e no mundo**. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.20, n.1, p.241-47, 2016.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; PEREIRA, C. D.; BATISTA, J. O. **Casa eficiente: consumo e geração de energia**. Florianópolis: UFSC/LabEEE; 2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Resenha energética brasileira – exercício de 2014**. Brasília, 2015.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RÜTHER, R. **Atlas brasileiro de energia solar**. 1º ed. São José dos Campos: INPE, 2006.

PEREIRA, E. M. D.; DUARTE, L. O. M.; PEREIRA, L. T.; FARIA, C. F. da C. **Energia Solar Térmica**. In: TOLMASQUIM, M. T. (org), 2003, Fontes Renováveis de Energia no Brasil. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 2003.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertações e estudo de caso**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

TOLMASQUIM, M.T. (coord.) **Energia renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética, 2016.