



SISTEMA DE AUTOMATIZAÇÃO DO AJUSTE DE AQUECIMENTO SOLAR COM A UTILIZAÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO CONVENCIONAL

Letícia de Almeida Cardoso Ribeiro, leticia_almeidac@yahoo.com.br

Uniará - Universidade de Araraquara,
Av. Maria Antonia Camargo de Oliveira, 170
Vila Suconasa, Araraquara - SP, 14807-120

Resumo. Devido ao grande desperdício de água que chuveiros com sistema de aquecimento solar produzem, foi desenvolvido um sistema que combine o chuveiro elétrico com o sistema de aquecimento solar para banho, onde o chuveiro funcionará como backup até o nivelamento da temperatura selecionada no painel. Após isso, o sistema de aquecimento solar continuará funcionando e desligará o chuveiro elétrico, evitando também o desperdício da água consumida por banho. Foi possível observar que com este desenvolvimento, obtiveram-se grandes benefícios, como banho saudável dentro da faixa de temperatura recomendada por profissionais da saúde, potencial redução de energia elétrica com a utilização de energia limpa (energia solar) e a redução no consumo e desperdício de água.

Palavras chave: Aquecedor Solar. Automatização de Temperatura de Chuveiro. Indústria 4.0. Redução do Desperdício de Água. Energia Limpa.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Bezerra (1982), a energia solar é a forma de energia limpa mais abundante na natureza. Conseqüentemente, os aquecedores solares estão tendo o melhor custo benefício para residências, hotéis, indústrias, edifícios, propriedades rurais e demais lugares onde são necessários.

Também temos como vantagens os sistemas térmicos solares podem ser integrados em sistemas existentes e são eficientes mesmo no inverno e não possui emissão de CO₂ no seu funcionamento, combatendo também a redução no consumo de combustíveis fósseis.

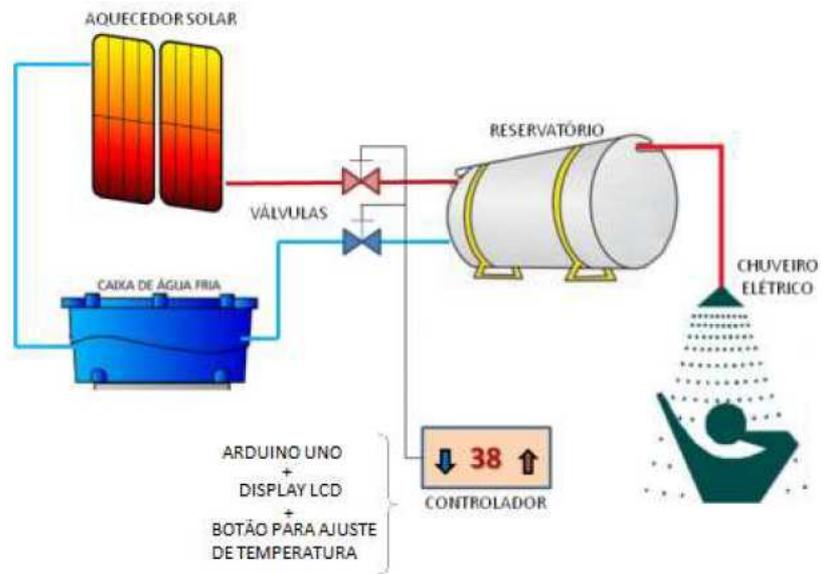
Todas as instalações de aquecedores de água central ou remoto, possuem um desperdício devido à demora na chegada da água quente ao chuveiro e a sua adaptação com a linha de água da caixa. A estimativa de água que se jogada fora são de até 30 litros, antes da temperatura chegar ao ponto ideal de banho (sem considerar em dias frios, onde o desperdício poderá ser maior ainda), ou seja, uma estimativa de 20% da água utilizada no banho é desperdiçada. Estes valores serão comprovados durante a execução do projeto, em ensaios práticos.

Com base nessas informações, o desperdício mensal para uma casa que possui 4 pessoas fica em torno de 3.600 litros (tempo médio do banho de 10 minutos, baseando-se em um banho por dia para cada morador).

Deve-se pensar na qualidade do banho, ou seja, para que a temperatura ideal para o banho não afete a dermatite do usuário (principalmente por queima da pele pela alta temperatura da água), devendo-se calibrar a temperatura da água entre 29° a 44°C (NOTÍCIAS AO MINUTO, 2016).

Para isso, o objetivo inicial do projeto é desenvolver um sistema onde haja a combinação do chuveiro elétrico com o sistema de aquecimento solar para banho, onde o chuveiro elétrico deverá ficar em funcionamento como *back up* até o nivelamento da temperatura selecionada no painel. Logo após, o sistema de aquecimento solar continuará funcionando e desligará o chuveiro elétrico, evitando também o desperdício da água consumida por banho, conforme Figura 1:

Figura 1. Projeto para aquecimento de água com chuveiro elétrico como back up (Ribeiro,L.A.C., 2018)



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistema de aquecimento solar

Conforme Cavalcante (2014), a disponibilidade das fontes de combustíveis fósseis vem se tornando um dos assuntos mais discutidos no que diz respeito à produção de energia. A busca por fontes alternativas de obtenção de energia vem como uma solução para esse problema.

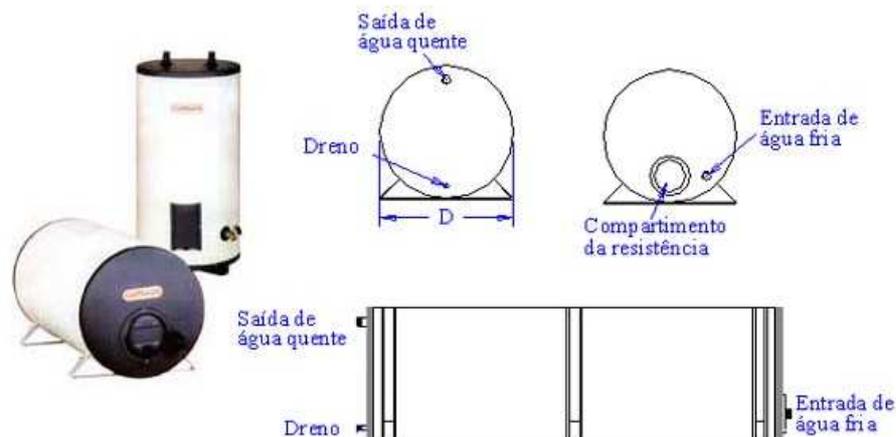
Um sistema básico de aquecimento de água por energia solar é composto por placas coletoras solares e um reservatório de água aquecida conhecida como Boiler. As placas coletoras foram responsáveis pela absorção da radiação solar. A energia térmica absorvida pelas placas transmitiu calor para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre.

O reservatório térmico é um recipiente de cobre ou aço inoxidável para armazenamento de água aquecida, isolados termicamente com poliuretano, sem CFC (Cloro-fluor-carbono), para diminuir ao máximo as perdas de calor pelo processo de condução térmica. Dessa forma, a água permanece aquecida e pronta para o consumo a qualquer hora do dia ou da noite. A caixa de água fria alimenta o reservatório, mantendo-o sempre cheio.

A água que circula entre os coletores e o reservatório (em um processo chamado de termo sifão), é mais quente e menos densa que a água do reservatório, portanto, a água fria mais densa empurra a água quente para o reservatório, gerando a circulação.

Também foi necessária a escolha de boilers, que são cilindros com uma ou mais resistências elétricas instalados na horizontal ou vertical que fazem o aquecimento da água. Possuem um revestimento térmico para evitar a perda de calor e um termostato para manter a temperatura dentro dos limites padronizados, conforme Figura 2:

Figura 2: Boilers e esquema de aquecedor elétrico de acumulação (Cumulus, 2014)



O custo de operação hoje é alto devido ao preço da energia elétrica. Além disso, eles podem ser de baixa pressão (quando instalado sobre os pontos de consumo) ou de pressão (que funcionam até uma pressão de 6 atm e permitem que sejam instalados abaixo dos pontos de consumo).

2.2. Automatização do sistema

O dispositivo Arduino foi utilizado para realizar as programações de forma fácil, barata e funcional, criando um conceito diferente dos tradicionais da utilizados, de modo que qualquer pessoa pode montar, modificar, melhorar e personalizar o projeto, partindo do mesmo hardware básico. Também foi pensado na conexão das portas de entrada e saída, para que fossem conectadas a um computador e programadas com uma linguagem baseada em C/C++, sem que fosse preciso o uso de equipamentos extras além de um cabo USB.

Figura 3: Arduino Uno (Thompson, A. 2014)



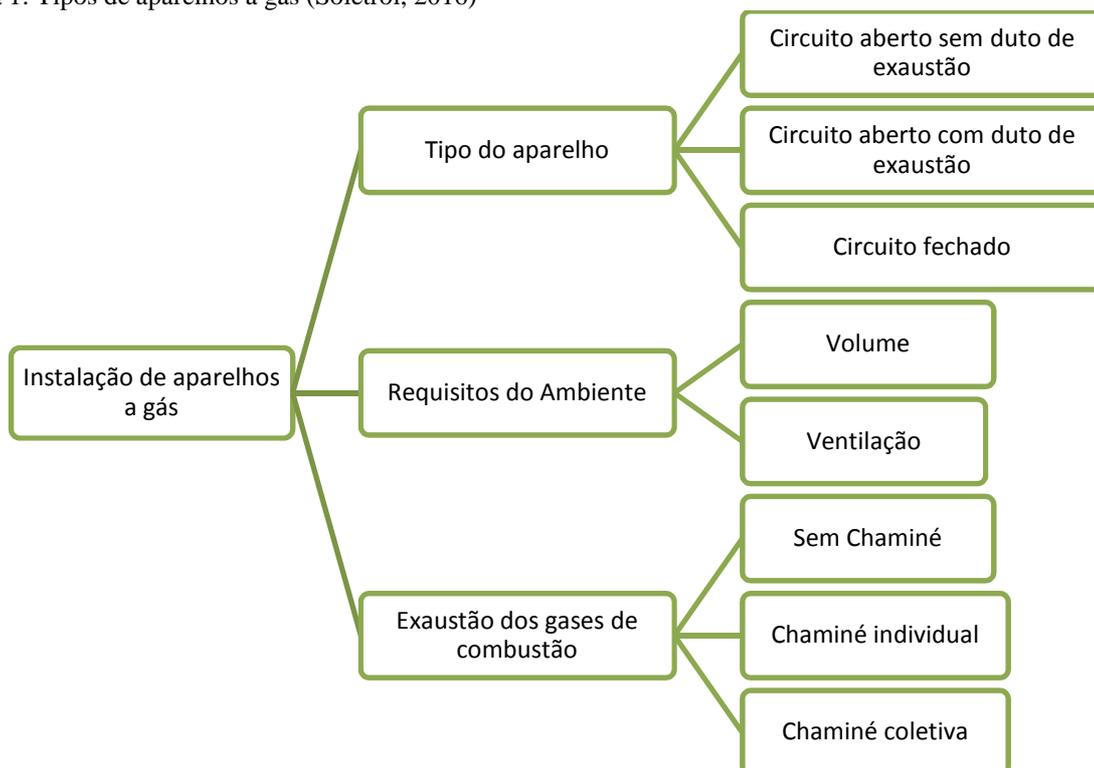
Grande parte do material utilizado foi disponibilizado em módulos (pequenas placas que contém os sensores e outros componentes auxiliares como resistores, capacitores e leds). Sendo assim, o Arduino possui uma quantidade enorme de sensores e componentes que foram utilizados no projeto.

Foi utilizado também um display de cristal líquido, LCD (em inglês *liquid crystal display*), utilizado para exibir informações e realizar a interface entre o usuário e a programação do arduino.

2.3. Características para escolha do aquecedor

A definição da escolha do aquecedor a ser instalado deve-se alcançar aos requisitos básicos, levando em conta sempre a segurança para instalação e as Normas da ABNT NBR 15569 - Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto – Projeto e instalação, NBR 12269 - Aquecimento Solar e .NBR 7198 - Projeto e execução de instalações prediais de água quente.

Tabela 1: Tipos de aparelhos a gás (Soletrol, 2016)



3. METODOLOGIA

3.1. Implantação

Para a construção deste projeto, foram necessários os materiais abaixo:

- Sistema hidráulico com caixa d'água;
- Chuveiro elétrico com ajuste de temperatura contínuo;
- 1 Reservatório térmico de água baixa pressão – 50o litros;
- 1 Placas de aquecedor solar de 1300 mm x 900 mm;
- 2 sensores de nível para alta e baixa pressão;
- 2 sensores de temperatura PT-100;
- Painel para seleção de temperatura do banho (de 29 a 44°C);
- Tubulação;
- Válvulas hidráulicas;
- Acionadores e controles (Arduino / Potenciômetro / Resistores);
- Silicone e veda-rosca.

Recursos total necessário para o desenvolvimento da pesquisa: R\$ 2.988,80

Este valor contemplou todos os materiais necessários, porém no local da instalação e testes do projeto já possuía um sistema hidráulico com caixa d'água e chuveiro elétrico com ajuste de temperatura contínuo (já utilizado em residências/estabelecimentos).

Para este projeto, a módulo de teste, A Universidade de Araraquara forneceu o reservatório térmico de água baixa pressão de 50 litros que possui no CTA, economizando assim R\$ 1580,00. Portanto, o valor de desenvolvimento deste projeto foi de R\$ 1408,80.

3.2 Procedimentos operacionais

- 1- Usuário calibra a temperatura do banho pela IHM do sistema e aciona o sistema;
- 2 - Com o sistema ligado, o usuário abrirá e começará seu banho utilizando o chuveiro elétrico comum;
- 3 - A partir deste momento, a água sairá do reservatório que está ligado a uma placa de energia solar, onde estará com sua energia acumulada, aquecendo água;
- 4 - A água aquecida passara por sensores de temperatura, que informará a IHM o valor de leitura;

5 - Depois disso, água chegará no sistema do chuveiro elétrico, desligando após 10 segundos de estabilização da temperatura calibrada;

6 - Agora, todo o banho será através da água que passara pelo aquecimento solar.

3.3. Resultados e discussão

O resultado deste projeto baseia-se na construção de um protótipo para ser instalado em um sistema de aquecimento solar, projetado para reduzir o desperdício de água e o consumo de energia elétrica.

Além disso, também tem como objetivo proporcionar o conforto para o banho do usuário, devido à seleção da temperatura no painel pelo próprio usuário.

Para os cálculos abaixo foram empregados os dados já apresentados anteriormente por Ribeiro (2018). Foram considerados os valores de R\$ 3,08 m³/h e de R\$ 0,578 por KW/h (respectivamente, a tarifação aplicada às contas do mês de outubro de 2018 das empresas DAAE e CPFL).

Também foi adotado para estudo um chuveiro elétrico de 5,5 KW/h, tempo de estabilização da temperatura da água de 2 minutos e a utilização de aquecedor solar.

Tabela 2. Estudo e análise de resultados da conta de energia

Tipo de banho	Qntd de pessoas	Tempo de Banho	KW/min	Total por mes (KW/h)	Conta de Luz
Normal	4	10	0,09	108	R\$ 62,42
Com aquecedor solar	4	12	0,09	25,92	R\$ 14,98
Com aquecedor solar e controlador de temperatura	4	10	0,09	21,6	R\$ 12,48

Conforme Tabela 2, houve redução de 80% na conta de energia, considerando R\$ 62,42 para um sistema com chuveiro elétrico comum e após a instalação do sistema proposto, o consumo caiu para R\$ 12,48)

Tabela 3. Estudo e análise de resultados da conta de água

Tipo de banho	Qntd de pessoas	Tempo de Banho	L/min	Total por mes (m ³)	Conta de agua
Normal	4	10	15	18	R\$ 55,44
Com aquecedor solar	4	12	15	21,6	R\$ 66,53
Com aquecedor solar e controlador de temperatura	4	10	15	18	R\$ 55,44

Na Tabela 3, houve economia de 17% na conta de água de R\$ 66,53 apenas com o aquecedor solar para R\$ 55,44 com a instalação do sistema proposto.

Tabela 4. Estudo e análise de resultados da conta de água

Tipo de banho	Conta de agua	Conta de Luz	Total mensal
Normal	R\$ 55,44	R\$ 62,42	R\$ 117,86
Com aquecedor solar	R\$ 66,53	R\$ 14,98	R\$ 81,51
Com aquecedor solar e controlador de temperatura	R\$ 55,44	R\$ 12,48	R\$ 67,92

Conforme Tabela 4, a economia geral que o sistema ofereceu foi de 42% (de R\$ 117,86 para R\$ 55,44), reduzindo também o desperdício de 3600 litros de água por mês).

4. CONCLUSÃO

Por meio de sistemas térmicos solares modernizados, integrados à sistemas existentes, foi possível economizar cerca de 3.600 litros de água (tendo como base uma casa que possui quatro pessoas).

O objetivo do estudo foi atingido, uma vez que o sistema projetado apresentou um novo conceito para o aquecimento de água, visando o meio ambiente e com um baixo custo de implantação.

Conclui-se que o projeto proposto possui um ótimo custo benefício, considerando a melhoria na qualidade do banho por meio do controle de temperatura, podendo reduzir problemas de dermatite ao corpo humano, assim como a redução no consumo de combustíveis fósseis (sem emissões de CO₂) e redução ao desperdício de água.

5. AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar o meu profundo agradecimento ao professor e coordenador do curso de Engenharia Mecatrônica Marcelo Wilson Anhesine e ao meu orientador André Vicente Ricco Lucato que tanto me incentivaram, apoiaram longo do desenvolvimento da Iniciação Científica durante os anos de graduação e na elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos meus pais, Angela e Lindoval e também ao meu marido Alex Sandro, que apesar de todas as dificuldades, me ajudaram na realização do meu sonho. A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização da minha pesquisa e formação acadêmica.

6. REFERÊNCIAS

- Bezerra, A. M., 1982. “Energia Solar: aquecedores de água”. 19 Mar. 2018 < <https://pt.scribd.com/document/73694254/Energia-Solar-Arnaldo-Moura-Bezerra>>
- Cavalcante, K. G., 2014. “Aquecimento da Água por Energia Solar” - Brasil Escola. 20 Mar. 2018. < <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/aquecimento-agua-por-energia-solar.htm>>.
- Cumulus, 2014 “Assistência Técnica Autorizada”. 22 Mar. 2018 <<https://www.cumulusaquecedores.com.br/>>.
- Soletrol, 2016. “Como Funciona o Aquecedor Solar de Água Soletrol. Manual do Fabricante”. 18 Mar 2018 <<http://www.soletrol.com.br/extras/como-funciona-o-aquecedor-solar-soletrol>>
- Acesso: em 20 de março de 2018.
- NOTÍCIAS AO MINUTO, 2016 “Eis a temperatura ideal para tomar banho ou duche.” 20 Mar. 2018 <<https://www.noticiasominuto.com/lifestyle/514459/eis-a-temperatura-ideal-para-tomar-banho-ou-duche>>.
- Ribeiro, L. A. C., 2018. “Sistema de automatização do ajuste de aquecimento solar com a utilização do chuveiro elétrico convencional”. Artigo de Iniciação Científica. XIII Congresso de Iniciação Científica da Uniará, Araraquara, São Paulo, Brasil.
- Thompsen, A., 2014. “O que é arduino?” 20 Mar. 2018 <<https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>>.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.