

Sistema para controle da temperatura da água em canos de PVC via SCADA

RESUMO

A automação residencial tem sido uma grande aliada a eficiência energética, de modo que, juntas, podem trazer conforto e economia para as residências. Desse modo, nesse artigo é relatado a montagem de um protótipo, que pode ser utilizado para realizar o aquecimento de água através da energia solar, em casas que tenham encanamento em PVC (Policloreto de Vinila). Para cumprir esse objetivo, foi desenvolvido um sistema supervisorio de controle da temperatura da água que irá acessar o encanamento, onde, a água que circulará pelo PVC tenha um limite de temperatura satisfatório para fornecer água aquecida e não danificar a estrutura hidráulica da residência. Sendo assim, os principais objetivos do artigo é descrever o estudo da temperatura de operação do PVC, relatar os procedimentos para criação e montagem do protótipo e por fim, mostrar se os resultados foram coerentes com o estudo. Espera-se que através do protótipo seja possível atingir um dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável numerados pela Organização das Nações Unidas (ONU), que é descrito pela economia de energia elétrica e utilização de fontes renováveis para atingir esse fim. Além disso, o sistema apresentado contribui para a sociedade proporcionando uma opção de, através de uma tecnologia simples e de baixo custo, trazer aquecimento para o sistema hídrico da residência.

PALAVRAS-CHAVE: Aquecimento de água, PVC, Sustentabilidade, SCADA.

Aline dos Santos Pontes
aline.dos.santos.pontes@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná

Everton Luiz De Menech
evertonm@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná

Roberto César Betini
betini@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal
do Paraná

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável tem se tornado o alvo de diversos âmbitos de estudo, dentre eles pode-se destacar a engenharia, que busca meios de trazer a eficiência energética para o cotidiano.

Nesse sentido, são incentivadas pesquisas para elaboração de projetos que tragam alternativas para diminuir gastos energéticos, de modo que, atividades usuais do dia a dia da população possam ser otimizadas de maneira que não haja demasiado gasto de energia (ABIKO et al, 2010). Como destacado por Schor (2007) “a ciência modifica a sociedade”, sendo que no sentido do artigo apresentado, o objetivo é trazer para a sociedade uma alternativa de baixo custo e sustentável para proporcionar o aquecimento da água da sua residência.

Araujo (2008) relata sobre a necessidade de estudos que mostrem a importância da ciência, tecnologia e sociedade, e como esses três campos podem estar entrelaçados nos estudos atuais. Com isso, o objetivo principal desse trabalho é primeiramente realizar um estudo científico do aquecimento de água, de modo que esse aquecimento seja feito do modo sustentável. Após esse estudo ser completado, analisou-se o desenvolvimento e implementação da tecnologia para esse sistema e em como ele afetaria a sociedade.

Para atingir o objetivo deste trabalho foi estudado e implementado um método alternativo de aquecimento de água, utilizando uma fonte renovável e um software SCADA (Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados), para prover um gerenciamento sustentável de energia. Existe uma gama muito grande de fontes alternativas de energia, dentre elas, as renováveis têm prioridade de estudo. Para a implementação do estudo mostrado nesse artigo, utilizou-se como base a energia solar, pelo fato de ser a fonte mais abrangente e com fácil usabilidade. No qual, seria um modelo ideal para residências com instalação de encanamento hidráulico em PVC, pois, a água aquecida seria controlada para limites aceitáveis por esse material.

O Policloreto de Vinila (PVC), a partir da década de setenta, passou a preferência dos consumidores para a montagem da instalação hidráulica das residências, sendo que até os dias atuais é o tipo de encanamento mais encontrado nas residências (BRANDÃO, 2010).

Quando é requisitado um aquecimento de água através da fonte solar, a tubulação recomendada geralmente não é o PVC, pois possui determinada sensibilidade em relação a altas temperaturas, porém, há um intervalo limite ao qual o PVC pode trabalhar sem que suas propriedades químicas e físicas sejam alteradas. Desse modo, é necessário um controle de temperatura antes que a água passe a circular pelo encanamento, proporcionando segurança da instalação e o aquecimento da água. Esse controle utiliza a água aquecida pelos coletores solares e a água na temperatura ambiente da caixa de água para proporcionar a água aquecida na temperatura ideal.

Salienta-se a utilização dos encanamentos já existentes nas residências, ao qual proporciona a implementação do sistema de controle de temperatura mais viável, de modo que não necessite de modificações estruturais no local.

O protótipo apresentado visa proporcionar economia e conforto para o usuário através da junção de tecnologias de microcontroladores e equipamentos existentes no mercado. O sistema proposto limita a temperatura da água aquecida por coletor solar, para limites aceitáveis pelo material PVC.

Sendo assim, através da implementação do protótipo deseja-se constatar que é possível o sistema ser replicado para a sociedade, proporcionando uma tecnologia de baixo custo e sustentável para trazer conforto e economia para a residência.

METODOLOGIA

O estudo realizado é de natureza prática, onde as informações apresentadas são essenciais para validação da utilização do protótipo proposto. Para isso, é apresentada um estudo sobre o comportamento térmico do PVC em temperaturas acima da temperatura ambiente, e então, apresenta-se os principais parâmetros que constituem o protótipo de controle de temperatura da água.

Estudo do PVC para a temperatura de operação do protótipo

O PVC possui um mercado muito abrangente, no qual, de todo o material fabricado no mundo, 42% é destinado para a instalação hidráulica em residências, principalmente pelas características químicas, financeiras e de tempo de vida (BRASKEM,2009).

Normalmente, é sugerido que o PVC atue em temperaturas de 23 °C, porém, há estudos que comprovam que é possível trabalhar com o PVC com temperaturas iguais ou menores que 60 °C. Sendo que, com essa temperatura máxima o material continuaria com suas propriedades físicas e químicas inalteradas. Porém, em temperatura superior a 60 °C, poderia ocorrer o risco da integridade da estrutura do PVC (TIMM, 2018).

O efeito mais preocupante que afeta a resistência do PVC é a junção de temperatura e pressão. A Tabela 1 mostra os fatores de correção de capacidade de pressão do PVC e suas temperaturas aproximadas. De modo que, o valor do Tabela 1 indica qual o fator de correção de pressão para que o PVC possa atuar na temperatura correspondente indicada na Tabela 1 (TIMM, 2018).

Tabela 1: Fator de correção da capacidade de pressão do PVC.

Temperatura de Operação (°C)	Fator de Correção
23	1
26	0,88
32	0,75
38	0,62
43	0,50
48	0,40
54	0,30
60	0,22

Fonte: Adaptação de (Plastics Technical Manual, n.d.)

Desse modo, para temperatura de operação do PVC para a criação do protótipo descrito nesse estudo, utiliza-se 38 °C. Com isso, o fator de correção da pressão suportável pelo PVC é de 0,62, ou seja, deve-se multiplicar a pressão de temperatura ambiente pelo fator, conforme é demonstrado no parágrafo seguinte.

Segundo pesquisa realizada com quatro diferentes fornecedores de PVC do Brasil, a pressão de operação do PVC em 23 °C deve ser de 7,5 kgf/cm². De modo que, segundo o fator de correção da Tabela 1, essa pressão de operação na temperatura de 38°C passaria a ser, conforme calculado em (ENGINEERING TOOLBOX, 2010):

$$CP38^{\circ}C = P23^{\circ}C * FC = 7,5 * 0,62 = 4,65 \text{ kgf/cm}^2 \quad (1)$$

Onde, **CP38°C** é a capacidade de pressão para a água em temperatura de 38 °C (kgf/cm²), **P23°C** é a pressão em temperatura ambiente de 23 °C (kgf/cm²) e **FC** é o fator de correção (adimensional) conforme Tabela 1. Sabendo qual a pressão máxima de operação do cano PVC, é necessário saber qual a pressão que esse PVC está sujeito na residência, para isso, utiliza-se o princípio de pressão hidrostática (BERTULANI, 1999).

$$P = d * g * h \quad (2)$$

No qual, **d** é a densidade da água (kg/m³) , **g** é a aceleração da gravidade (m/s²) do local e **h** é a altura máxima (m) de instalação do cano PVC. A densidade da água em 40 °C é de aproximadamente 992,2 kg/m³ e a aceleração da gravidade é de 9,8 m/s² (LIDE, 1990). Onde, a altura de instalação varia conforme a residência, porém, para o estudo considera-se uma residência de dois andares com uma altura de instalação máxima do PVC de cinco metros. Com isso, tem-se que a pressão hidrostática será de:

$$P = d * g * h = 992,2 * 9,8 * 5 = 48,62 \text{ kPa} = 0,49 \text{ kgf/cm}^2 \quad (3)$$

Observa-se que o valor em (3) é perceptivelmente menor que o valor em (1), o que garante que, através das informações apresentadas pode-se concluir que a água em uma temperatura de 38 °C nos tubos em PVC, do encanamento de uma residência, são seguros para operação normal do sistema, considerando os parâmetros de pressão, temperatura e altura de instalação citados.

Porém, vale salientar que a escolha de 38 °C não foi feita aleatoriamente. Conforme a NBR 7198/82 é possível ter um parâmetro quantitativo da média de temperatura utilizada para uso pessoal e banhos quentes, no qual o intervalo utilizado é de 35 a 50 °C (NBR 7198, 1982). Além disso, há outros estudos que mostram que banho quente, normalmente, tem uma temperatura mínima de aquecimento da água de 38 °C (PRADO e GUIMARÃES, 2017)

Portanto, caso a água acesse o sistema pré-aquecida, a utilização de energia elétrica seria menor, no qual isso pode ser comprovado pela Lei de Joule, conforme (4):

$$Q = I^2 * R * t \text{ [Wh]} \quad (4)$$

Onde, **Q** (Wh) é o calor gerado por uma corrente **I** (A) percorrendo uma resistência elétrica **R** (Ω) por um determinado tempo **t** (h) (GUEDES, 2000). Pode-se também, analogamente, utilizar a Lei de Ohm para reestruturar a Lei de Joule, no qual é dada por (5):

$$V = R * I \text{ [V]} \quad (5)$$

No qual, **V** é a tensão (V), **R** a resistência (Ω) e **I** a corrente (A) (BISQUOLO, 2010). De modo que, a Lei de Joule reformulada é:

$$Q = I^2 * R * t = V * I * t \text{ [Wh]} \quad (6)$$

E comparando com a equação de Energia:

$$E = V * I * t \text{ [Wh]} \quad (7)$$

Pode-se perceber que a energia **E** é diretamente proporcional ao calor gerado, conforme as equações (6) e (7). Sendo assim, se a água que acessa o sistema está pré-aquecida, a corrente necessária para aquecer essa água é menor, onde, consequentemente, haverá menos gasto de energia elétrica para aquecimento. Por esse fato é que a temperatura de operação do PVC foi definida como 38 °C, pois o protótipo do estudo apresentado controla a água vinda dos coletores solares para esse valor. No qual, com essa temperatura de aquecimento é possível reduzir o consumo de energia elétrica, além de trazer mais conforto para os usuários da residência.

Montagem e Funcionamento do Protótipo

Os principais componentes do protótipo são os coletores solares, reservatório térmico e caixa de água. Sendo que, o controle de temperatura é realizado no interior do reservatório térmico, ao qual contém diversos sensores e componentes, que serão melhor apresentados posteriormente.

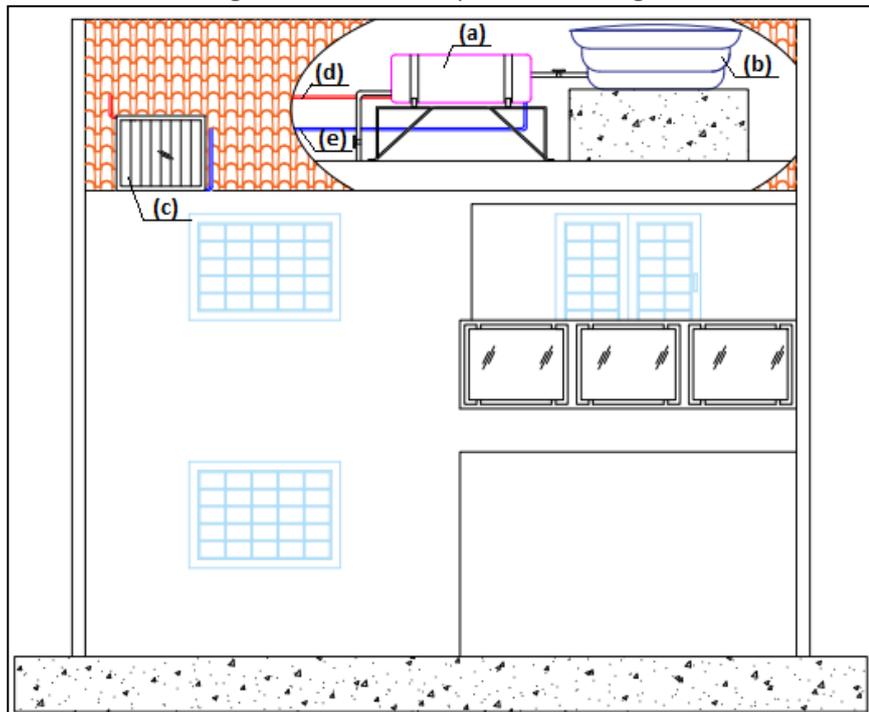
Vale salientar que a capacidade de água do coletor solar e a área de coletores solares para aquecer toda a água do reservatório é baseada em cálculos que dependem da quantidade de pessoas que moram na residência e na intensidade solar na região. De modo que, para calcular a área de coletores utiliza-se a seguinte equação (VARELLA e GUERRA, 2014):

$$S = Q / (I * n) \text{ [m}^2\text{]} \quad (8)$$

Onde **S** é a área dos coletores em m^2 , **I** a intensidade de radiação solar em $kcal/m^2$, **n** é o rendimento do aproveitamento da energia solar (adimensional) e **Q** é a quantidade de calor em kcal. No qual, a quantidade de calor é calculada através da massa total de água, em litros, que será necessário aquecer por dia para suprir a residência. Além disso, é necessário considerar a altura máxima que essa massa de água geralmente estará sujeita no reservatório térmico (VARELLA e GUERRA, 2014).

Na Figura 1 pode-se observar um esquema geral da disposição dos componentes do protótipo de aquecimento de água.

Figura 1: Sistema de aquecimento de água.



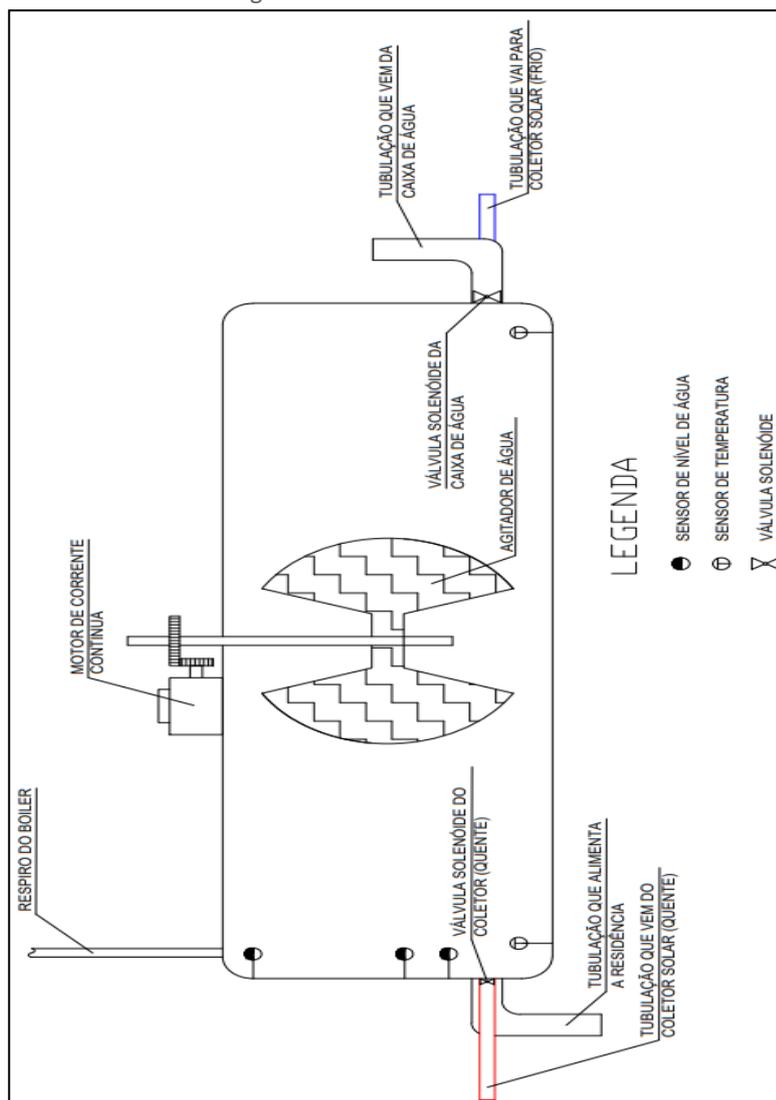
Fonte: Os autores.

No qual, em **(a)** tem-se o reservatório térmico, em **(b)** a caixa de água da residência, em **(c)** o coletor solar, em **(d)** a entrada da água quente no reservatório e em **(e)** a entrada da água fria no coletor.

O coletor solar é responsável por realizar o aquecimento da água, de modo que, a água que está no reservatório térmico acessa o coletor (se a temperatura dessa água for menor ou igual a 38 °C), por meio da tubulação **(e)**. Com o processo de convecção que ocorre no coletor solar, a água aquecida sai pela tubulação **(d)**, que é ligada na parte superior do coletor solar (MARTON, 2009).

No interior do reservatório é realizado o controle de temperatura, no qual, apenas acessa o reservatório térmico a água aquecida, caso no interior dele esteja menor que 38 °C. Além disso, caso a água no reservatório ultrapasse os 38 °C, é aberta uma válvula permitindo a entrada da água da caixa de água, para equalizar e diminuir a temperatura no reservatório para menor ou igual a 38 °C. Os componentes no interior do reservatório térmico podem ser observados na Figura 2:

Figura 2: Reservatório térmico.



Fonte: Os autores.

Na Figura 2, existem dois sensores de temperatura dispostos em locais opostos do reservatório (observar a legenda da figura para melhor compreensão), no qual, caso a diferença de temperatura entre os dois sensores seja maior ou igual a 5 °C, o agitador de água é acionado através do motor de corrente contínua situado na parte externa e superior do reservatório.

Além disso, há duas válvulas solenóides nas entradas das tubulações conectadas ao coletor solar (observar a legenda da figura para melhor compreensão), onde uma delas é para permitir/bloquear a entrada de água da caixa de água e a outra para permitir ou bloquear a entrada da água do coletor solar. Por fim, há três sensores de nível de água, que tem por objetivo controlar o fornecimento de água para a residência. Pois, caso em um dia atípico toda a água do reservatório seja utilizada, a válvula solenóide da caixa de água liberaria a água em temperatura ambiente para que não falte água na residência.

No reservatório térmico também há uma tubulação destinada para o abastecimento da residência. Não há nenhuma válvula de controle, ou seja, a água presente no reservatório térmico fica disponível para uso imediato da residência, por isso há o controle interno para que a água seja mantida sempre

menor ou igual a 38 °C. Caso o sensor de temperatura indique uma temperatura maior que 38 °C, que não seria grotescamente maior que o limite pois o coletor solar trabalha com uma elevação gradativa de temperatura, as válvulas dos coletores seriam fechadas e a válvula da caixa de água aberta para a água fria acessar o reservatório e assim diminuir a temperatura. Caso o reservatório encontre-se em nível alto, então nenhuma válvula seria aberta e apenas o misturador seria ligado para diminuir a temperatura da água.

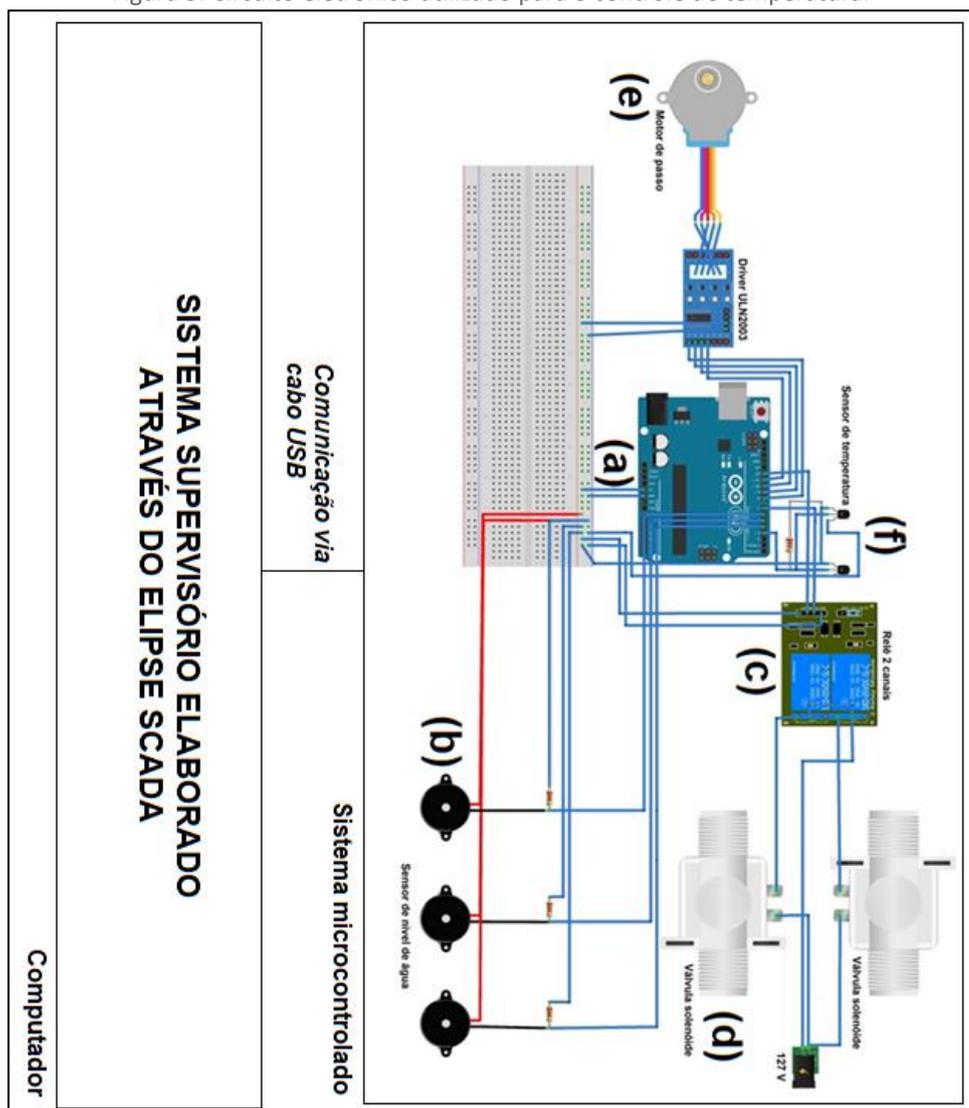
Para realizar esse controle, utilizou-se o microcontrolador Arduino Uno em conjunto com um sistema supervisório criado através do Eclipse SCADA, sendo que, o Arduino UNO foi responsável por ler e enviar sinais digitais e analógicos para os componentes do sistema supervisório (ELIPSE SOFTWARES, 2015).

O circuito eletrônico com todos os sensores e válvulas pode ser observado na Figura 3, além de mostrar a estrutura geral da comunicação que consiste no microcontrolador ligado através de comunicação via USB com o computador, o qual o sistema supervisório envia os sinais para o microcontrolador. No Arduino **(a)** há suas ligações com os sensores. Os sensores de temperatura **(f)** estão conectados em um mesmo barramento que é ligado na porta digital 3 do microcontrolador e no sistema supervisório é indicada a média de temperatura desses dois sensores.

As válvulas solenóides **(d)** indicadas são acionadas por meio de um relé de 2 canais **(c)**, de modo que ele liga ou desliga o circuito de alimentação das válvulas conforme a lógica de programação. Os canais do relé são ligados nas portas digitais 12 e 7 do Arduino.

Além disso, os sensores de nível **(b)** indicados estão conectados nas portas digitais 4, 5 e 6 e o motor de passo **(e)** nas portas 8, 9, 10 e 11 do Arduino. Essas ligações dos sensores com o microcontrolador, podem ser observadas na Figura 3.

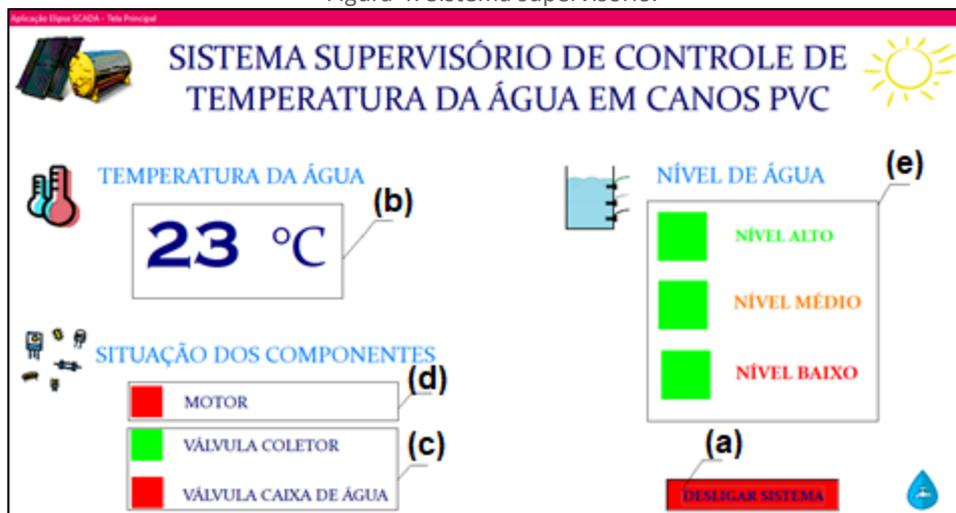
Figura 3: Circuito eletrônico utilizado para o controle de temperatura.



Fonte: Os autores.

O Eclipse SCADA teve por finalidade realizar a interface entre o protótipo de controle de temperatura e o usuário, conforme observa-se na Figura 4.

Figura 4: Sistema supervisório.



Fonte: Os autores.

Sendo que, os itens da tela do sistema supervisório são os seguintes:

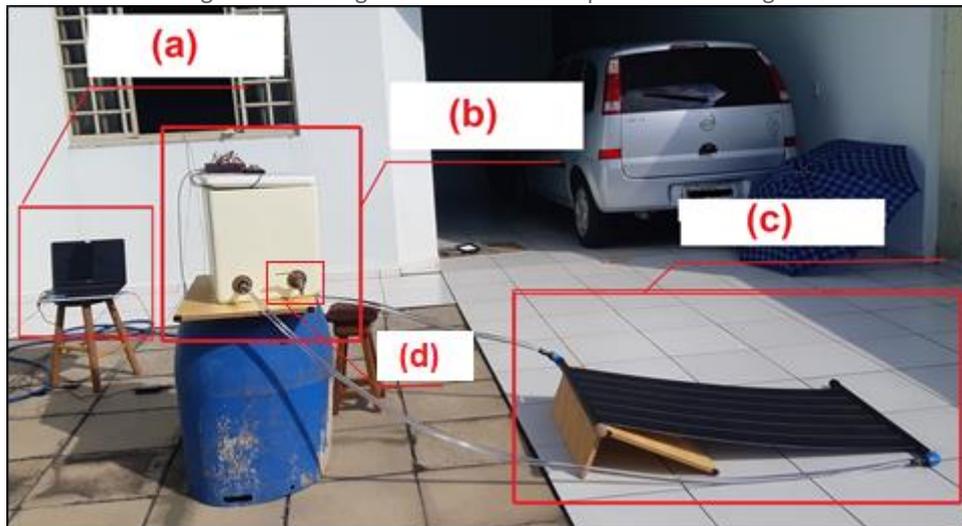
- (a) Botão de Ligar/Desligar sistema: Quando o sistema está desligado, a válvula do coletor solar é desativada e o reservatório térmico só recebe água da caixa de água. E, quando o sistema está ligado, o supervisório permite o controle da água aquecida pelo coletor solar.
- (b) Temperatura da água dentro do reservatório térmico: O usuário pode visualizar qual a temperatura atual da água dentro do reservatório térmico.
- (c) Situação das válvulas da caixa da água e do coletor: Objeto para controle visual do usuário, para observar se os acionamentos das válvulas estão corretos conforme a temperatura atual da água.
- (d) Situação do motor que equaliza a temperatura da água: Informar o usuário de que o sistema está equalizando a temperatura da água até 38 °C.
- (e) Situação do nível de água dentro do reservatório térmico: Objeto para controle visual do usuário, para se observar a atuação das válvulas conforme varia o nível de água dentro do reservatório.

Portanto, através das informações apresentadas, observa-se que via um sistema supervisório com um microcontrolador e a montagem correta dos componentes no reservatório térmico, é possível ter uma residência de encanamento de PVC com aquecimento de água através da energia solar. Sendo que isso auxilia para redução de consumo de energia elétrica, utilização de fontes renováveis de energia e melhoria do conforto.

DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS E DISCUSSÕES)

Realizou-se um teste para verificar se o sistema proposto controla corretamente a temperatura da água. Para isso, utilizou-se a seguinte montagem:

Figura 5: Montagem do sistema de aquecimento de água.

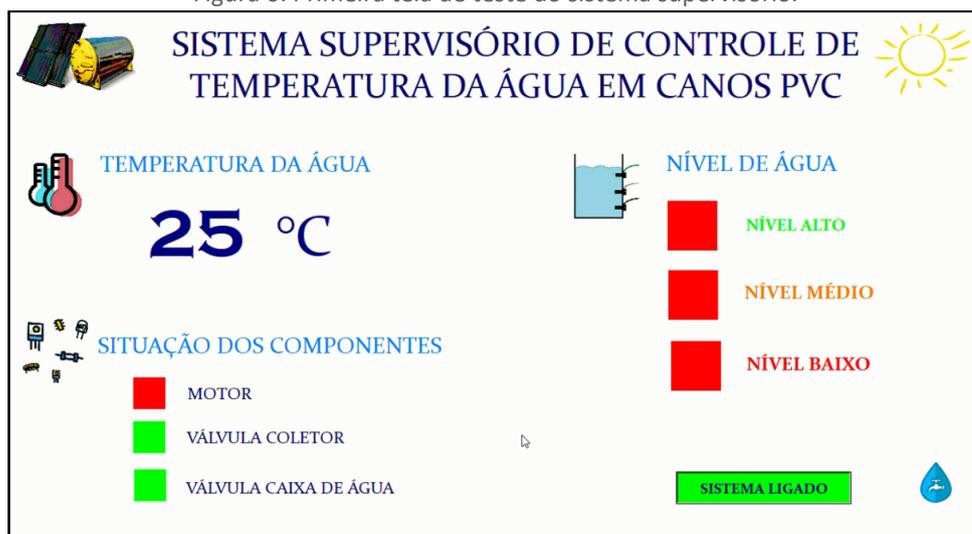


Fonte: Os autores.

Em (a) está o sistema supervisorio, em (b) o reservatório térmico, em (c) o coletor solar e em (d) a torneira para distribuição da água aquecida. O principal objetivo da montagem do protótipo é de verificar se o controle da temperatura da água no reservatório funciona conforme esperado, por isso, que o protótipo foi testado em uma condição diferente da real. Sendo assim, na tubulação que viria da caixa de água, foi substituído por uma tubulação vindo diretamente de uma das torneiras de distribuição de água da residência, que foi acoplada no reservatório térmico.

Primeiramente, o reservatório térmico encontra-se vazio, conforme observa-se na Figura 6, através do indicador de acionamento do sensor em verde ou não acionamento indicado em vermelho nos sensores de nível de água.

Figura 6: Primeira tela de teste do sistema supervisorio.



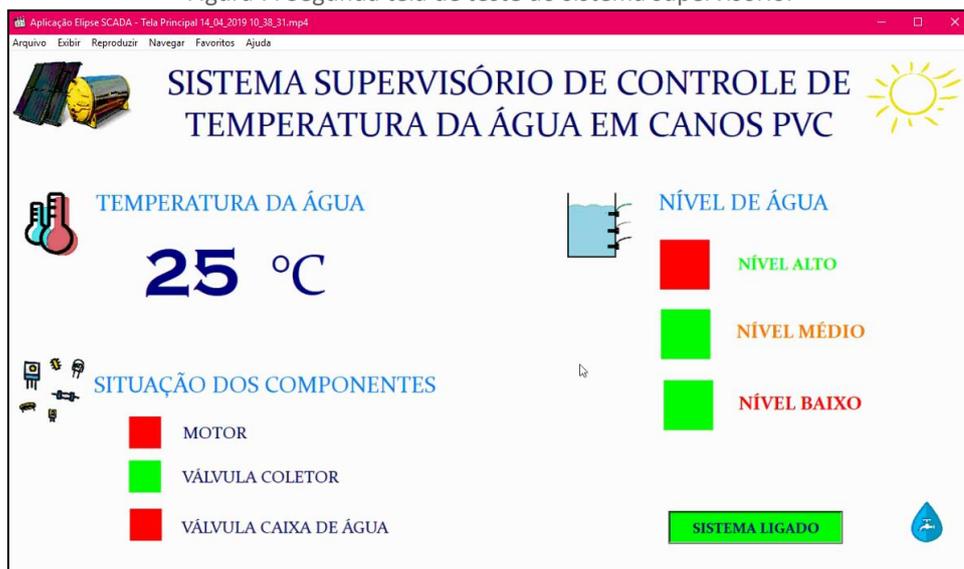
Fonte: Os autores.

Essas informações mostram que, como o reservatório está vazio (nenhum sensor de nível de água foi acionado), a válvula que possibilita a entrada de água

da caixa está ativada, permitindo o enchimento do reservatório até o nível médio, de modo que, como a temperatura do interior da caixa de água é menor que 38 °C, a válvula do coletor solar também está aberta para começar o aquecimento da água.

Quando a água acessou o nível médio, a válvula da caixa de água fechou e então permaneceu apenas a válvula do coletor solar aberta, para realizar o aquecimento da água até 38 °C, conforme é visto na Figura 7.

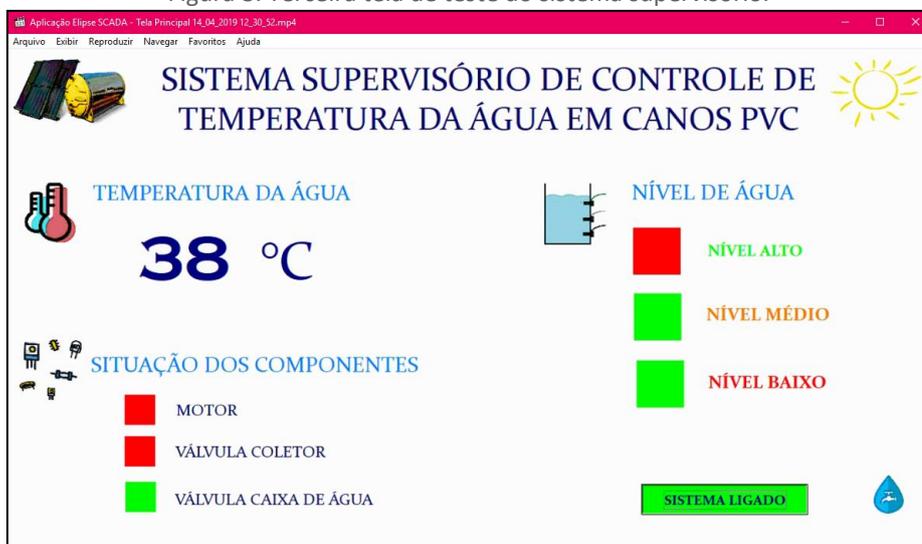
Figura 7: Segunda tela de teste do sistema supervisório.



Fonte: Os autores.

No decorrer de aproximadamente 2 horas, o coletor solar aqueceu toda a água em nível médio do reservatório para 38 °C, e quando chegou a essa temperatura, a válvula do coletor solar foi desligada e a válvula da caixa de água ligou até a temperatura diminuir, para não permitir que uma temperatura superior a 38 °C fosse disponibilizada pela torneira do protótipo. Esse ocorrido pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8: Terceira tela de teste do sistema supervisório.



Fonte: Os autores.

Pode-se visualizar que o sistema supervisório implementado no controle de temperatura opera de modo satisfatório, não permitindo que a água eleve a temperatura de 38 °C. Sendo assim, pode-se observar que há uma consistência teórica no estudo da ciência do PVC para verificar sua temperatura de operação para determinadas temperaturas, no qual apenas depois desse estudo é que foi possível desenvolver a tecnologia para respeitar a temperatura de operação do PVC.

Além disso, observa-se o ganho da sociedade em dois sentidos: no uso do PVC e na economia de energia elétrica. O uso do PVC, conforme já mencionado e referenciado, foi escolhido pelo fato de maior parte da sociedade possuir seu encanamento com esse material. Onde, a economia de energia elétrica, é proporcionada através da tecnologia desenvolvida nesse artigo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme o avanço da tecnologia, a procura por meios que tragam a eficiência energética são bastante valorizados pela sociedade. Com isso, o objetivo principal do artigo era de desenvolver um estudo científico do PVC para viabilizar o desenvolvimento de uma tecnologia que pudesse ser utilizada pela sociedade, sendo de baixo custo de aquisição e que trouxesse economia de energia. Para atingir esse objetivo, mostrou-se a possibilidade de um sistema de aquecimento de água com o encanamento original da casa em PVC, o qual abrange a maior parte das residências brasileiras.

Para isso, mostrou-se através de pesquisas que é possível uma instalação hidráulica em canos de PVC de uma residência suportar uma temperatura de 38 °C de água aquecida por coletores solares. Sendo que, sugeriu-se e montou-se um protótipo de reservatório térmico que controla a água que vem do coletor solar, para que ela seja fornecida para a residência com um valor menor ou igual a 38 °C.

Para demonstrar a funcionalidade do controle de temperatura, utilizou-se um protótipo reduzido do sistema para verificar a funcionalidade do controle de temperatura quando em uma aplicação próxima da realidade. Através dos resultados obtidos no protótipo pôde-se concluir que o controle de temperatura realizado através da lógica microcontrolada cumpriu com o seu objetivo, de modo que, o protótipo construído foi suficiente para validar o funcionamento do sistema supervisório com seu controle de válvulas e sensores.

A principal contribuição que esse artigo visa apresentar é uma opção sustentável, que traga eficiência energética de residências, utilização de uma fonte renovável para economia de energia elétrica e conforto da sociedade.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A.K., ABUKATER, J., BALDACCI, E., BESSA, V. M. T., GONÇALVES, O. M., HACHICH, V., LAMBERTS, R., PEREIRA, E. M. D., PRADO, R. T. A., TRANO, E., TRIANA, M. A. **Eficiência Energética e Habitação de Interesse Social no Estado de São Paulo**. São Paulo, Brasil, 2010.

ARAUJO, Ronaldo. **Os grupos de pesquisa em ciência, tecnologia e sociedade no Brasil**. Minas Gerais: UFMG, 2008.

BRANDÃO, Rosana. **Estudo de viabilidade da utilização de pvc, pex e ppr em empreendimentos multifamiliares**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010.

BRASKEM. **PVC na construção e arquitetura**. Catálogo Braskem, 2009.

BERTULANI, Carlos. **Apostila de Mecânica dos fluidos**. Rio de Janeiro: UFPR, 1999.

BISQUOLO, Paulo Augusto. **Resistência elétrica, resistividade e leis de Ohm**. 2010.

ENGINEERING TOOLBOX. **Plastic Pipes - Operating Temperatures**, 2010.

ELIPSE SOFTWARES. **Elipse E3**, 2015. Disponível em: <<https://www.elipse.com.br/produtos/elipse-e3/>> Acesso em: 25 de setembro de 2019

GUEDES, Manuel. **A Lei de Joule**. Porto: FEUP, 2000.

LIDE, D. **CRC Handbook of Chemistry and Physics**. Boca Raton (FL), 1990.

MARTON, M. **Aquecimento de Água por Energia Solar**. São Paulo: UNICAMP, 2009.

NBR 7198. **Projeto e execução de instalações prediais de água quente**. Rio de Janeiro, 1982.

PLASTICS TECHNICAL MANUAL. **Pressure/Temperature Relationship**, n.d. Disponível em: <http://www.charlottepipe.com/Documents/PL_Tech_Man/Temp_DeRating.pdf> Acesso em: 07 de abril de 2019.

PRADO, C., GUIMARÃES, G. **Banho quente, frio ou morno: qual é a melhor temperatura para o seu corpo ?**. Viva Bem, 2017.

SCHOR, Tatiana. **Reflexões sobre a imbricação entre ciência, tecnologia e sociedade**. AMAZONAS: UFAM, 2007.

TIMM, P. **What Temperature Range for PVC Pipe?**. Hunker, 2018.

VARELLA, M., GUERRA, S. **Análise Do Desempenho Térmico De Um Sistema De Aquecimento Solar De Baixo Custo Na Cidade De Mossoró (Rn)**. Holos, 2014.

Recebido: 14/10/2019

Aprovado: 18/06/2021

DOI: 10.3895/rts.v17n48.10954

Como citar: PONTES, A.S.; DE MENECH, E. L.; BETINI, R. C. Sistema para controle da temperatura da água em canos de PVC via SCADA. **Rev. Technol. Soc.**, Curitiba, v. 17, n. 48, p.315-329, jul./set., 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/10954>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

