

## Utilização do sensor PT100 no Arduino para captação da TMR

MARIANA ESPÍNDOLA VIEIRA<sup>1</sup>; HELENA DUFAU, CHRISTIAN MULLER<sup>2</sup>;  
ANDERSON FERRUGEM, ANTONIO SILVA, RAFAEL SOARES<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ufpel 1 – [mevieira@inf.ufpel.edu.br](mailto:mevieira@inf.ufpel.edu.br)

<sup>2</sup>Ufpel – {[helenadufau@inf.ufpel.edu.br](mailto:helenadufau@inf.ufpel.edu.br), [cgmuller@inf.ufpel.edu.br](mailto:cgmuller@inf.ufpel.edu.br)}

<sup>3</sup>Ufpel– [ferrugem@inf.ufpel.edu.br](mailto:ferrugem@inf.ufpel.edu.br), [antoniocesar.sbs@gmail.com](mailto:antoniocesar.sbs@gmail.com), [rafael.soares@inf.ufpel.edu.br](mailto:rafael.soares@inf.ufpel.edu.br), e-mail

### 1. INTRODUÇÃO

O conforto climático é um fator de grande relevância para seres vivos, de modo que o ser humano sempre buscou formas de se manter em conforto desde eras mais primitivas. Um dos principais aspectos envolvidos no bem estar é a sensação térmica. Esta caracteriza o modo como os sentidos humanos percebem o ambiente climático que os rodeia. Através dessa percepção através de variáveis ambientais e humanas é possível avaliar o Conforto Térmico, que consiste na satisfação do indivíduo em relação ao ambiente em que se encontra (LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R., 2005).

Concomitantemente, o Conforto Térmico pode ser definido como o equilíbrio entre a geração e a perda de calor no organismo humano (LANHAM, GAMA, BRAZ; 2004). As trocas de calor podem ocorrer por convecção, condução, radiação e evaporação, dependendo das diferenças de temperatura e concentração de massa. De uma outra forma, indivíduos também podem interferir no microclima dos ambientes por meio de ações, que geram correntes de ar, como ao ligar um ventilador ou abrir uma janela. Ademais, diversas alterações nas características no ar do ambiente interno podem acontecer em decorrência de variações climáticas. O microclima de um local baseia-se em fatores como: radiação solar, umidade do ar, condições do vento, água e vegetação. Entende-se por temperatura a métrica que mede a energia de calor resultante da soma destes fatores (SORRE, 2006).

Levando em conta as variáveis ambientais e humanas a área de Arquitetura Bioclimática, pensa e projeta edificações de modo a proporcionar o máximo conforto com o mínimo consumo de energia. Esta tem como objetivo otimizar o conforto(térmico, luminoso, acústico) no interior de edificações(LANHAN; GAMA; BRAZ; 2004).

Dentre as abordagens da Arquitetura Bioclimática, encontram-se as métricas para medição de conforto e os os aparelhos utilizados para tal. Existem hoje no mercado alguns aparelhos chamados “confortímetro”, estes medem o conforto térmico através de sensores de corrente do ar; umidade relativa; temperatura pontual; temperatura do globo; e pressão do ar. Esses são parâmetros necessários para calcular os índices de conforto como o PMV (Voto Médio Preditivo). Segundo KIM et al. (2013), o PMV é um indicador de conforto térmico que reflete melhor a nossa sensação térmica, que o índice de temperatura pontual no ambiente.

Esta pesquisa baseia-se na coleta das informações e cálculo do PMV, com o objetivo de redução de custo e área na concepção do medidor. Sendo sua proposta a utilização da plataforma arduino e sensores de baixo custo.

### 2. METODOLOGIA

Thorsson *et al.* (2007) validou a utilização de uma bola de pingue-pongue para a prototipação de um sensor de globo. No interior da bola foi utilizado um sensor PT100 para medir temperatura média radiante, e esta bola foi colorida de cinza claro, RGB: . O sensor foi conectado a um *Datalogger* CR800 fabricado pela empresa Campbell Scientific.

A Temperatura Média Radiante (T<sub>mr</sub>) é um dos mais importantes parâmetros para o conforto, calculado a partir da temperatura do termômetro de globo, temperatura e velocidade do ar. Com ele conseguimos calcular um valor de temperatura mais próximo da sensação de perda de calor com o ambiente em seres humanos. Em geral este termômetro de globo é utilizado para ambientes internos e raramente em ambientes externos (Thorsson *et al.*, 2007).

No artigo de Thorsson *et al.* (2007) consta que foram usados 3 métodos de avaliação, sendo eles denominados de A, B e C. O método A referente a medições de radiação integral e fatores angulares. Método B é o caso de estudo deste projeto, um sensor de globo cinza e liso, utilizando o PT100 como sensor de temperatura e a bola de pingue-pongue como globo. E por último o método C utiliza o *software* RayMan 1.2 que calcula as ondas curtas e longas de radiação. Após analisar os três métodos conclui-se que B é um método eficiente e barato, utilizando uma média de 5 min para suavização de ruídos na leitura, que se dão devido às pequenas variações de radiação ou vento da área externa.

A partir da conclusão do método B, foi decidido reproduzir-lo utilizando o mesmo sensor modelo PT100 como sensor de temperatura e uma bola do tipo de pingue-pongue como globo, pintada na mesma tonalidade de cinza. Porém na plataforma Arduino, para complementar a pesquisa de Desenvolvimento de um Protótipo de Confortímetro na plataforma Arduino, já em andamento na UFPEL (Vieira, M.E., 2016).

No projeto do Confortímetro, utilizamos a placa Arduino Uno R3, por apresentar as vantagens tais quais o baixo custo, o fácil acesso e manuseio. Entretanto, o Arduino Uno tem suas desvantagens, e dentre elas se destaca a sua limitação na capacidade de processamento. Ele possui apenas 6 pinos de entradas analógicas, e 14 pinos de entradas digitais. O valor de tensão recebido na entrada das portas analógicas é de de 0 à 5 volts, convertidos para um valor digital de até 10 bits. Em números fracionados é sensível num grau de precisão de 5/1023 unidades de medida igual a 0,004887 volts, lidos na velocidade de 0,1 milissegundo. Qualquer número de leitura com valor menor que esse o Arduino não é capaz de tratar.

O protótipo do método B, foi feito com um *Datalogger* CR800, capaz de tratar dados analógicos com precisão de até 0,05 milivolts, evidentemente muito mais preciso que o Arduino Uno.

Na fase de preparação da montagem da termorresistência PT100, fez-se necessária a adição de um circuito para adaptação do sinal do sensor para o Arduino. Esta necessidade ocorreu devido a grande faixa de representação do sensor (-200 C° até 850 C°), que requer grande precisão na transmissão do sinal. Através da inclusão de uma Ponte de Wheatstone e um Amplificador de

Instrumentação, limitou-se a faixa de representação e foi possível obter uma precisão satisfatória.

O termorresistor PT100 é um componente que viabiliza o reconhecimento de temperatura em um ambiente. Este ocorre devido a relação entre resistência elétrica e a temperatura do seu material. A medida que a temperatura aumenta, a resistência também aumenta, sendo assim designado como um sensor PTC (Positive Temperature Coefficient).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em nossa coleta de dados com sucesso, tiramos duas amostras em comparação com o confortímetro Senu e seu globo preto de 15cm de diâmetro. A primeira amostra com o PT100 em um globo preto de pingue-pongue e a segunda com um globo cinza de pingue-pongue na tonalidade usada por Thorsson *et al.* (2007).

A Figura 1 apresenta a comparação da coleta de dados obtidos com o PT100 no globo preto e o Senu. Podemos observar que o PT100 varia mais que o Senu ao decorrer das leituras, com seu desvio padrão de 2,015 contra 1,229 no Senu. Essa diferença nos resultados provavelmente se deve ao fato que o PT100 é um sensor que possui uma maior sensibilidade que o Senu. Também deve se levar em conta que a bola de pingue-pongue é um objeto de menor superfície, assim pode influenciar no resultado lido.

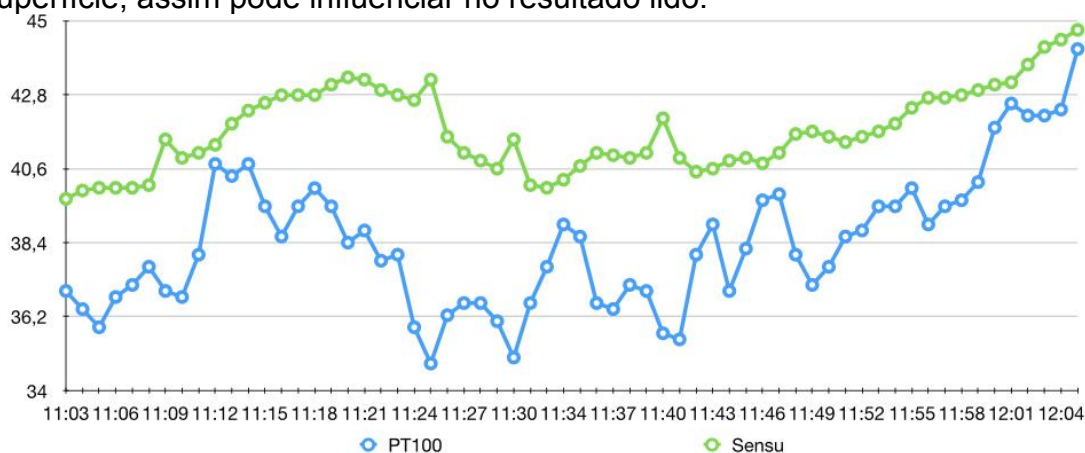


Figura 1. Comparação entre os globos pretos.

Já na Figura 2, apresenta a comparação da segunda leitura, onde o PT100 estava dentro do globo de pingue-pongue cinza e começa a variar menos em relação ao Senu, porém ambos variaram mais, tendo um desvio padrão de 2,851 no PT100 e 2,016 no Senu, após a leitura da hora 12:39 as linhas ficam visivelmente mais próximas no gráfico. Supostamente o globo cinza interferiu de forma mais positiva na segunda leitura do PT100 que o globo preto.

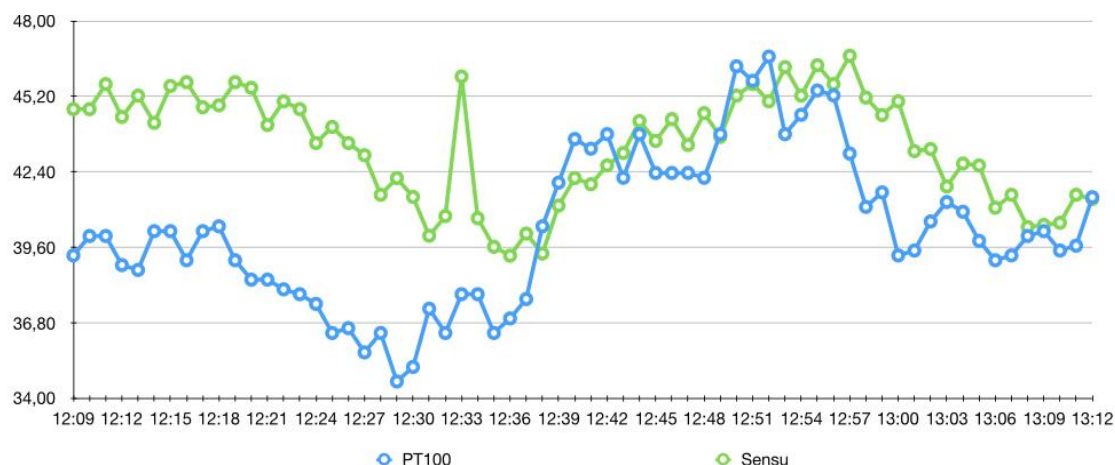


Figura 2. Comparação entre os globos cinza no PT100 e preto no Senu.

#### 4. CONCLUSÕES

Mesmo sabendo que não podemos comparar um Arduino Uno com um *datalogger* CR800 em capacidade de processamento, foi possível utilizar artifícios da engenharia elétrica para amplificar o sinal lido do PT100 e adaptá-lo ao Arduino. Porém ainda não conseguimos os resultados desejados no teste em comparação ao Confortímetro Senu.

Somente depois da comparação dos gráficos da leitura dos sensores, podemos começar a considerar que o PT100 pode vir a ser utilizado no arduino, como um sensor de temperatura média radial em um globo de pingue-pongue cinza, mas ainda é necessário mais testes com maior duração, para poder ser realmente validado.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARDUINO. Arduino. Acessado em abril 2016. Online. Disponível em: <https://www.arduino.cc>

CAMPBELL SCIENTIFIC. Campbell Scientific. Acessado em outubro 2017. Online. Disponível em: <https://www.campbellsci.com>

Kim, J.; Min, Y.; Kim, B. Is the PMV Index an Indicator of Human Thermal Comfort Sensation? International Journal of Smart Home, v. 7, n. 1, p. 27-34, janeiro, 2013.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R.. Eficiência Energética na Arquitetura (3ª edição). Brasil: Eletrobras/Procel. 2005.

LANHAM, A.; GAMA, P.; BRAZ, R. Arquitetura Bioclimática Perspectivas de inovação e future. In: SEMINÁRIOS DE INOVAÇÃO, Lisboa, 2004.

THORSSON, S., LINDERBERG, F., ELIASSON, I., HOLVER, B. (2007), Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. Int. J. Climatol., 27: 1983–1993. doi:10.1002/joc.1537