



MONITORAMENTO LABORATORIAL DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS UTILIZANDO SENSORES ELETROCERMICOS

LABORATORY MONITORING OF ENVIRONMENTAL VARIABLES USING ELECTROCERMIC SENSORS

Lucas A. S. Costa¹, Felipe P. Silva¹, Adailton B. D. Silva¹ e Diego J. D. S. Santos¹

1 – Graduandos em Engenharia de Materiais – Faculdade de engenharia de materiais, Universidade Federal do Pará (UFPA), Ananindeua, PA, Brasil.
autor_lucascos88@gmail.com

RESUMO

Este estudo explora a aplicação de sensores eletrocerâmicos para a aquisição de dados ambientais em laboratórios. Inicialmente, os materiais cerâmicos, são apresentados como elementos fundamentais, destacando sua composição química inorgânica e suas diversas aplicações devido às suas propriedades únicas. O trabalho demonstra a seleção de sensores eletrocerâmicos para medição de temperatura, umidade relativa e pressão. Os sensores incluem um termistor cerâmico para temperatura, o sensor HIH-4030 para umidade relativa e um sensor cerâmico de pressão de resistência. Além disso, o estudo incorpora um datalogger com um cartão SD e um botão de controle para registro de dados. O presente trabalho demonstra a viabilidade e a praticidade dos sensores eletrocerâmicos na obtenção de dados ambientais precisos e valiosos em laboratórios, destacando a importância desses sensores na otimização das condições laboratoriais e na pesquisa científica.

Palavras-chave: Eletrocerâmica, Sensor, Laboratórios.

ABSTRACT

This study explores the application of electroceramic sensors for the acquisition of environmental data in laboratories. Initially, ceramic materials are presented as fundamental elements, highlighting their inorganic chemical composition and their diverse applications due to their unique properties. The paper demonstrates the selection of electroceramic sensors for measuring temperature, relative humidity and pressure. The sensors include a ceramic thermistor for temperature, the HIH-4030 sensor for relative humidity and a ceramic resistance pressure sensor. In addition, the study incorporates a datalogger with an SD card and a control button for data logging. This work demonstrates the feasibility and practicality of electroceramic sensors in obtaining accurate and valuable environmental data in laboratories, highlighting the importance of these sensors in optimizing laboratory conditions and in scientific research.

Keywords: Electroceramic, Sensors, Laboratory.

INTRODUÇÃO

Os materiais cerâmicos, afamados como “keramos” (terra queimada) para os gregos [1], possuem sua origem no Brasil especificadamente na ilha do marajó, onde os nativos da região utilizavam a argila para criar objetos como jarros e pratos [1]. A definição desse material está relacionada com a sua composição química inorgânica, constituído por elementos metálicos e não metálicos com ligações mistas (covalentes e iônicas) predominantemente iônica [2]. Suas aplicações são amplamente utilizadas em vários setores, devido a vasta propriedades apresentadas no material, no qual variam entre mecânicas, térmicas, ópticas, elétricas, magnéticas, química [3].

No manuseio da cerâmica na área da elétrica, há a necessidade de utilizar apenas materiais primas descritas como sintéticas, representados na classificação como avançados, o qual apresenta pureza maior de 98% e de alto desempenho tecnológico [4]. Na obtenção desse material com um grau de pureza alto existe o processo de sinterização. Esse procedimento é descrito com a emissão de energia em formato de microondas no intuito de gerar calor para retirada de impurezas [5], assim é possível desenvolver equipamentos eletrônicos, como capacitores, sensores, atuadores.

Os sensores obtidos por meio de matérias primas sintéticas cerâmicas, são chamados de eletrocerâmico, o qual tem essa definição devido a sua matriz predominantemente de uma matéria avançada cerâmica [6]. A eletrocerâmica inclui cerâmicas dielétricas e condutivas. Cerâmicas dielétricas podem ser divididas em dielétricos lineares e não lineares, cada um contando com um grande número de materiais [7].

Dessa forma, o presente trabalho busca apresentar os resultados obtidos por meio de circuito elétrico, construído essencialmente por sensores eletrocerâmicos conectados na placa microcontroladora Arduíno não utilizado em alta escala no mercado atual, no intuito de adquirir aquisição de temperatura, umidade e pressão de laboratório localizados na Universidade federal do Pará (UFPA) exclusivamente do instituto de tecnologia (ITEC).

MATERIAIS E MÉTODOS

Na elaboração e prototipagem do circuito, inicialmente foram selecionados os sensores eletrocerâmicos. Para a medição de temperatura, foi escolhido um termistor cerâmico cujo princípio de funcionamento se baseia na variação de sua resistência elétrica em resposta às mudanças de temperatura. O material predominante desse dispositivo é geralmente uma liga cerâmica e outro polímero. A faixa de temperatura de operação deste equipamento situa-se entre -90°C e 130°C. O sensor de umidade selecionado foi o HIH-4030, que possui a capacidade de registrar a umidade relativa presente em um local específico. Esse sensor é composto por um polímero termofixo recortado a laser, juntamente com um elemento sensor capacitivo cerâmico, cujo sinal é integrado no chip de condicionamento. Ele é capaz de registrar dados de umidade em uma escala de 0% a 100%. No que diz respeito à medição de pressão, foi adotado um sensor cerâmico de pressão de resistência. Este sensor é piezorresistente e feito a partir do óxido de alumínio (Al₂O₃). Ele apresenta a capacidade de medir pressões na faixa de 2 a 400 bar. É importante destacar dois elementos adicionados ao circuito, que não derivam de produtos cerâmicos. O primeiro é o datalogger, utilizado por meio do Cartão SD, o qual tem a função de registrar as aquisições das variáveis ambientais e convertê-las para o formato txt. O segundo é

o botão de controle, utilizado para iniciar a gravação dos dados. Na Fig. 1, é possível visualizar o circuito completo dos sensores e o sistema de datalogger ligado efetivamente no Arduino.

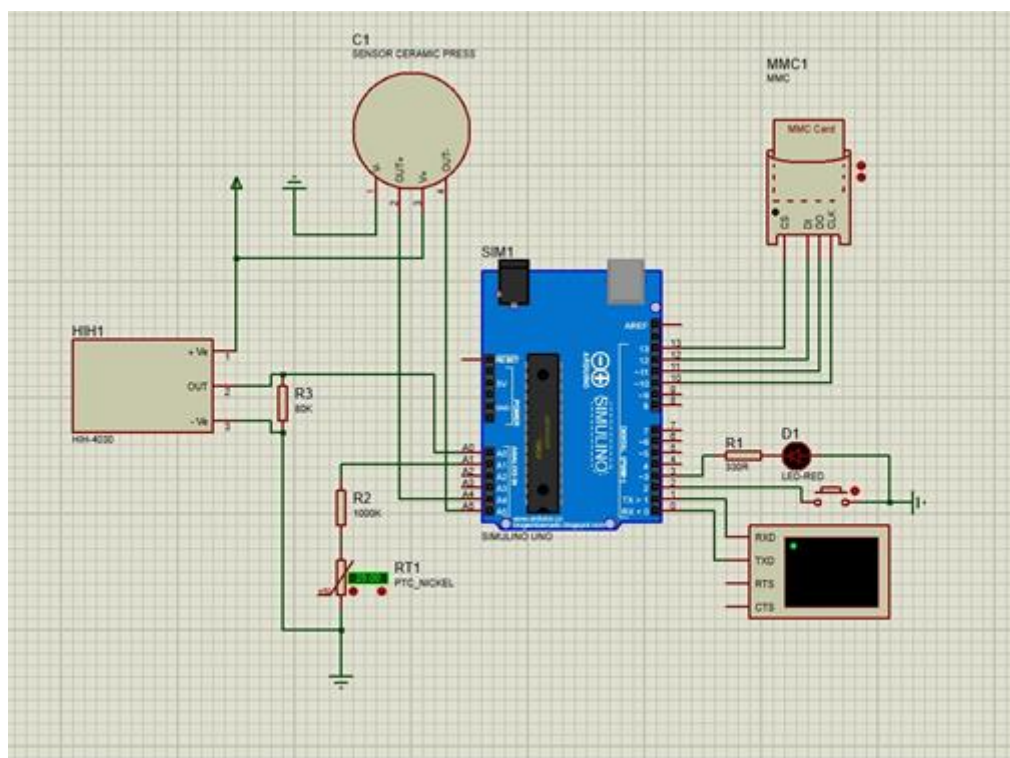


Fig. 1 - Circuito completo com sensores eletrocerâmicos e sistema de datalogger conectados no Arduino.

Descrições dos laboratórios

Os procedimentos de coleta das variáveis de temperatura, umidade e pressão atmosférica envolveram a autorização prévia dos coordenadores dos respectivos laboratórios designados. Os ambientes selecionados para esta finalidade foram o Laboratório de Processamento de Matérias-Primas e Tecnologia Cerâmica (LabCer), o Laboratório de Práticas Tecnológicas (LabTec) e, por último, a sala pertencente ao Grupo de Pesquisa em Engenharia de Materiais (Gpemat). O tempo percorrido em exposição dos sensores aos laboratórios, onde em média, foram três (3) horas interação com fatores que influenciavam as variáveis ambientais presentes no lugar, o tempo de aquisição dos laboratórios foram respectivamente 197, 97 e 103 minutos (min). fig. 2 é possível observar os laboratórios utilizados no experimento.



Fig.2 - Laboratórios utilizados no experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperaturas nos laboratórios

Nos laboratórios utilizados para a execução deste estudo, foi identificada uma média de temperatura ambiente no total de 33.00 graus Celsius (°C). Em uma análise separada em cada laboratório, as médias encontradas em cada local, conforme indicado na figura 4 e organizado em ordem alfabética, observou-se valores de 47.13 °C (A), 27.32 °C (B) e 24.57 °C (C). É importante ressaltar que, de acordo com a norma NBR 16.401 (2008) [8] o qual trata do conforto térmico em ambientes fechados, as temperaturas operativas internas ideais variam entre 22,5°C e 25,5°C. Portanto, podemos afirmar que os laboratórios do Gpemat e do LabTec demonstraram uma estabilidade confortável em relação a esse critério, o qual é desconsidera a precisão do termistor. entretanto em contraste com os resultados do LabCer, mostrou-se uma temperatura maior em relação a norma, devido operações de queima de material cerâmico estabelecido no local.

Na fig.3, especificamente no gráfico C, é evidente a presença de uma linha preta com a legenda "equipamento". Essa linha indica a temperatura associada a um equipamento particular. No dia em que o laboratório LabTec foi monitorado, foi notada a operação de uma máquina de compressão nas instalações. Diante dessa observação, considerou-se relevante implantar um termistor adicional no circuito, destinado a registrar essa temperatura específica. A atividade da máquina de compressão teve duração de aproximadamente 25 (vinte e cinco) minutos. Durante esse período, a temperatura média registrada foi de 40 °C. Após a conclusão da operação, a temperatura se estabilizou em 25.73 °C, convergindo com a temperatura ambiente do local

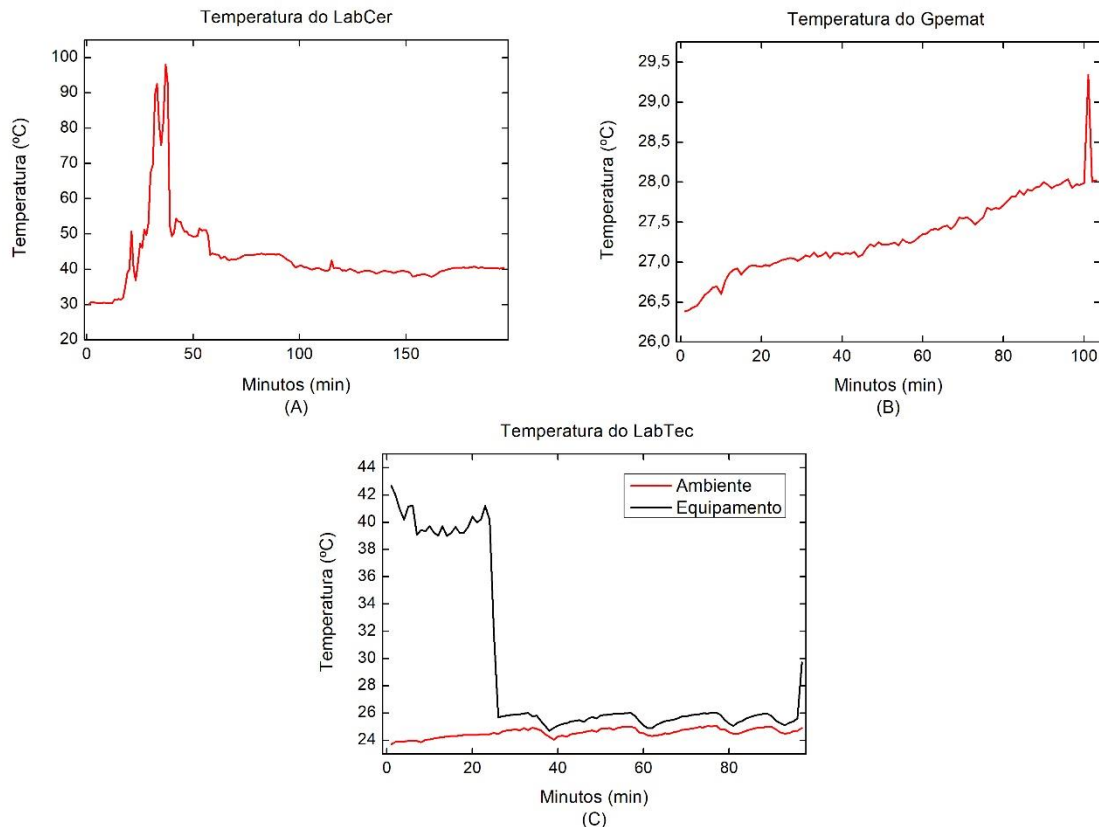


Fig.3 - Gráficos de temperatura pelo tempo dos laboratórios: (A) Labcer, (B) Gpemat e (C) LabTec

Umidade relativa do ar dos laboratórios

Os registros obtidos por meio do sensor HIH-4030 nos diversos laboratórios apresentam uma média aritmética de umidade relativa do ar de 77.05%. Ao analisar as médias específicas de cada laboratório de acordo com a fig. 4, constatamos valores de 72.33% (A), 74.71% (B) e 84.22% (C). É notável que nos gráficos do LabCer (A) e do Gpemat (B), ocorreu uma decrescente gradual da umidade ao longo do tempo. O fator mais plausível para a ocorrência desse fenômeno seria a oscilação resultante da entrada e saída de pessoas, bem como a execução de atividades nos respectivos laboratórios. Importa ressaltar que esse padrão de umidade observado nos gráficos A e B se alinha ao padrão estabelecido pelo ASHRAE (2005) [9], no qual de acordo com essa referência, em situações onde as temperaturas operacionais internas variam entre 22,5°C e 25,5°C, é esperado que a umidade relativa do ar oscile entre 65% e 75%.

No laboratório LabTec, foi observada uma notável variação na umidade relativa do ar, caracterizada por quatro picos distintos, ocorrendo a cada minuto. A média dessa oscilação ao longo do período se distribui da seguinte forma: nos primeiros 37 minutos, registrou-se uma média de 82.64%. Entre os minutos 37 e 62, a média elevou-se para 87.83%. Já no intervalo de 62 a 82 minutos, manteve-se em 87%, e, por fim, nos minutos 82 a 93, a média caiu para 81%. Tais flutuações na umidade relativa foram resultado direto da utilização da máquina de ensaio durante o dia de aquisição.

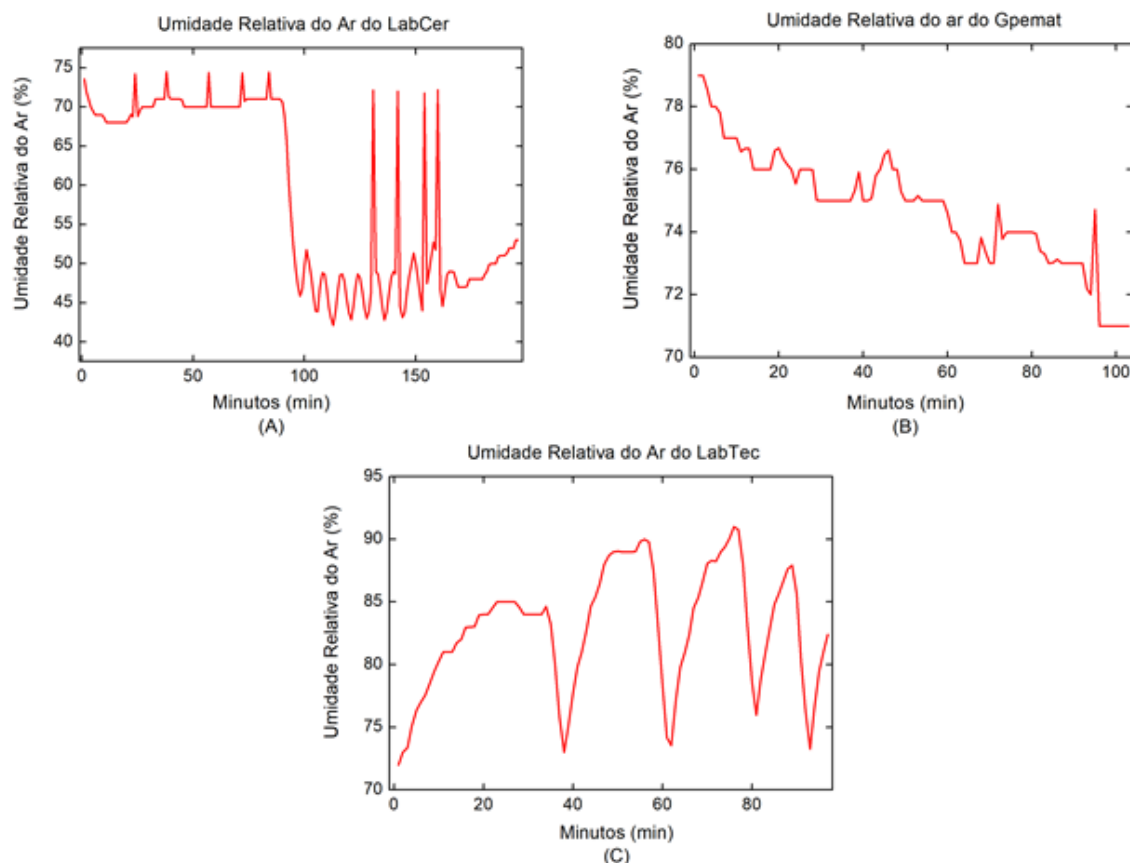


Fig.4 - Gráficos de umidade relativa do ar pelo tempo dos laboratórios: (A) Labcer, (B) Gpemat e (C) LabTec

Pressão atmosférica dos laboratórios

As medições relacionadas à variável de pressão atmosférica realizadas nos laboratórios resultaram em uma média de 1012,87 Hectopascal (hPa). Conforme indicado na figura 11, constatou-se que a média das pressões atmosféricas em cada um dos laboratórios foi de 1009,90 hPa (A), 1014,76 hPa (B) e 1013,94 hPa (C). Os dados delineados nos gráficos B e C, obtidos nos laboratórios, revelam valores superiores ao nível de referência do mar. De acordo com as indicações do Silva (2020) [10], a pressão média ao nível do mar é estabelecida em 1.013,25 hPa. No entanto, é crucial observar que os registros representados no gráfico A não refletem uma pressão equivalente ao nível do mar. Esses resultados demonstram que não houve variações significativas na pressão atmosférica entre os diferentes laboratórios, quando comparados com outras variáveis em análises concomitantes.

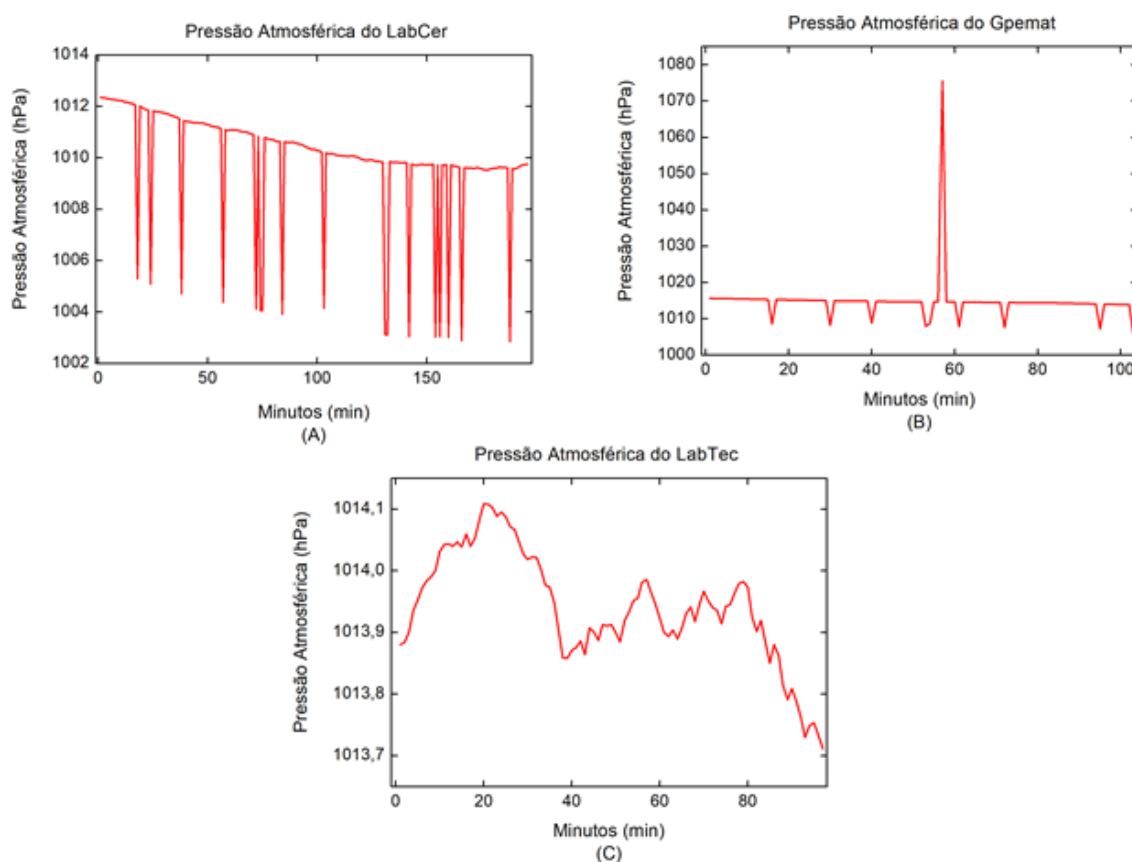


Fig.5 - Gráficos de Pressão atmosférica (hPa) pelo tempo dos laboratórios: (A) Labcer, (B) Gpemat e (C) LabTec

CONCLUSÕES

Dessa forma, o artigo apresenta dados experimentalmente demonstraram boa aproximação quando comparados com dados obtidos por meio de métodos e equipamentos convencionais. Notavelmente, as maiores variações observadas nas medidas de temperatura, umidade relativa do ar e pressão atmosférica, ocorreram nas dependências do LabTec e do GPMat. Tais resultados contribuem para uma melhor compreensão das condições ambientais desses espaços laboratoriais, e sugerem a necessidade de aprimoramento tanto na coleta de dados experimentais, visando um monitoramento ambiental mais abrangente e eficiente.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos são direcionados a PROPESP-UFPA, por ter proporcionado uma bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

- [1] BYLAARDT, Marina Paulino; FERREIRA, Marcela da Costa; BEVE, Xavier; CARVALHO, Regeane Lopes de CÂNDIO, Ana Virgínia; TEIXEIRA, Audrey Melgaço. A Origem da Cerâmica. Associação brasileira de Cerâmica, 2023. Disponível em: <<https://abceram.org.br/a-origem-da-ceramica/>> Acesso em: 20/08/2023.
- [2] CALLISTER, William. Ciência E Engenharia de Materiais: Uma Introdução . Grupo Gen-LTC, 2000.
- [3] DIAZ, Julio Cesar Camilo Albornoz. Eletrocerâmicas multifuncionais ecologicamente corretas baseadas em (BiO, 5NaO, 5) TiO₃: a influência da dopagem doadora sobre suas propriedades físicas. 2018.
- [4] KINGERY, W. David; BOWEN, Harvey Kent; UHLMANN, Donald R. Introduction to ceramics. John wiley & sons, 1976.
- [5] MENEZES, R. R.; SOUTO, P. M.; KIMINAMI, R. H. G. A. Sinterização de cerâmicas em microondas. Parte I: Aspectos fundamentais. Cerâmica, v. 53, p. 1-10, 2007.
- [6] NEWNHAM, Robert E.; RUSCHAU, Gregory R. Smart electroceramics. Journal of the American Ceramic Society, v. 74, n. 3, p. 463-480, 1991.
- [7] SETTER, Nava. Electroceramics: looking ahead. Journal of the European Ceramic Society, v. 21, n. 10-11, p. 1279-1293, 2001.
- [8] ABNT. Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários - Parte 2: Parâmetros de conforto térmico, NBR 16401-2. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2008.
- [9] ASHRAE. ASHRAE Handbook: Fundamentals - SI edition, Chapter 8, Thermal Comfort. Atlanta, Ga.: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning, Atlanta, Ga.: ASHRAE, 2005.
- [10] SILVA, Caíke Damião Nascimento et al. Monitoramento de variáveis ambientais usando IoT para aplicações em agrometeorologia. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 8, p. 58855-58869, 2020.