

## Feira de Iniciação Científica e Extensão

### ANÁLISE DA TEMPERATURA NA SALA CONTAINER DA INCUBADORA IFCRIA, DO IFC CAMBORIÚ

Categoria: Pesquisa -  
Trabalho: Trabalho Concluído  
Nível: Graduação -

Paulo Vinicius Kuss<sup>1</sup>; Rafael de Moura Speroni, Dr.<sup>2</sup>;  
Angelo Augusto Frozza, Dr.<sup>3</sup>

#### RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento e a implementação de um sistema de monitoramento para coleta de dados de temperatura e umidade em uma sala container situada na Incubadora IFCria, do Instituto Federal Catarinense – Campus Camboriú. Motivado pela necessidade de compreender o impacto das condições térmicas, o estudo utilizou dois sensores DHT11 instalados dentro e fora da sala container para permitir a comparação das temperaturas. A metodologia envolve a coleta contínua de dados ao longo de um período de tempo, permitindo uma análise detalhada das variações térmicas. Os resultados indicaram flutuações significativas entre as temperaturas internas e externas, ressaltando os desafios térmicos desse tipo de ambiente. A análise sugere possíveis soluções para melhorar o conforto térmico, como o uso de isolamentos específicos e ventilação aprimorada, contribuindo para o desenvolvimento de ambientes internos mais eficientes e confortáveis em construções similares.

Palavras-chave: Monitoramento; Temperatura; Umidade; Container; IFCria.

#### 1. INTRODUÇÃO

Atualmente existem estudos como o de França Junior (2017), mostrando que as construções utilizando *containers* surgiram como uma alternativa sustentável e econômica em diversos projetos de arquitetura e engenharia. Essas estruturas são montadas a partir de *containers* marítimos reciclados, proporcionando uma construção rápida e resistente. Além disso, essas estruturas oferecem um *design* modular, pois os *containers* podem ser combinados de diferentes maneiras, formando espaços de variados tamanhos e formatos, conforme apresentado na Figura 1.

Porém, de acordo com Aguilar *et al.* (2020), uma das principais preocupações em relação ao uso de salas *containers* é a questão do conforto térmico, visto que o metal dos containers pode aquecer ou resfriar rapidamente de acordo com as condições climáticas externas.

A Incubadora IFCria<sup>4</sup> é um espaço dedicado ao apoio e desenvolvimento

<sup>1</sup> Estudante do curso Bacharelado em Sistemas de Informação, IFC Camboriú, [pviniks@gmail.com](mailto:pviniks@gmail.com).

<sup>2</sup> Professor orientador, IFC Camboriú, [rafael.speroni@ifc.edu.br](mailto:rafael.speroni@ifc.edu.br).

<sup>3</sup> Professor orientador, IFC Camboriú, [angelo.frozza@ifc.edu.br](mailto:angelo.frozza@ifc.edu.br).

<sup>4</sup> Incubadora IFCria: <https://www.camboriu.ifc.edu.br/ifcrista/>.

de empreendimentos inovadores. Localizada no IFC - campus Camboriú, a Incubadora tem como objetivo auxiliar na criação de empreendimentos inovadores, oferecendo suporte técnico e estrutural. Dentro desse contexto, uma das estruturas disponíveis no IFCria é a sala *container*, um espaço construído a partir de *containers* frigoríficos marítimos com dimensões de 12.10 metros de largura, 4.90 metros de comprimento e 2.85 metros de altura. Essa sala pode ser utilizada para diversas finalidades, incluindo atividades de pesquisa, desenvolvimento de projetos e *coworking*.

**Figura 1** – Possíveis disposições e combinações espaciais



Fonte: Marques; p. 34, 2011

Embora as salas construídas com *containers* ofereçam vantagens significativas, como sustentabilidade e rapidez na montagem, elas também apresentam desafios, especialmente no que diz respeito ao controle de temperatura interna. Estudos como o de Viana *et al.* (2019) indicam que o metal dos *containers* pode causar variações extremas de temperatura no interior dessas estruturas, comprometendo o conforto térmico e a eficiência energética. Em locais em que as temperaturas são elevadas, o interior dos *containers* pode atingir temperaturas muito superiores às do ambiente externo, o que exige um sistema eficiente de monitoramento e controle climático para manter condições confortáveis e seguras.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse estudo é caracterizado como uma Pesquisa Aplicada, uma vez que “objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Envolve verdades e interesses locais” de acordo com Gerhardt e Silveira (p. 37, 2009). O principal objetivo é solucionar os problemas de controle térmico e de umidade em salas *containers*, oferecendo soluções eficientes.

A fundamentação teórica do estudo foi realizada a partir de uma revisão bibliográfica sobre o uso de *containers* na construção civil, com ênfase nos desafios térmicos associados. Foram analisados alguns estudos que abordam soluções para o controle térmico em *containers*, servindo de base para o desenvolvimento do monitoramento proposto nesse artigo. Bem como, foram analisados estudos sobre o uso da plataforma *Arduino* para o monitoramento da umidade e temperatura.

Na sequência, foi feito o projeto do *hardware* a ser utilizado no projeto usando componentes dos *kits Arduino* disponíveis no Laboratório IFMaker<sup>5</sup>, bem como dos dispositivos acessórios produzidos na CNC Laser e em impressoras 3D.

<sup>5</sup> Laboratório IFMaker: <https://www.camboriu.ifc.edu.br/labifmaker/>.

A persistência dos dados foi feita na plataforma *ThingsBoard*<sup>6</sup> hospedada em um servidor do GEATI - Grupo de Estudos Avançados em Tecnologia da Informação, do IFC Camboriú.

A análise dos dados foi realizada através da leitura dos gráficos produzidos pela interface do *ThingsBoard*.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo desse projeto é desenvolver uma solução para monitoramento da temperatura e umidade na sala *container* da Incubadora IFCria, ao mesmo tempo que cria um banco de dados que pode ser utilizado para subsidiar futuras tomadas de decisão em relação ao controle dos indicadores de bem estar daquele ambiente.

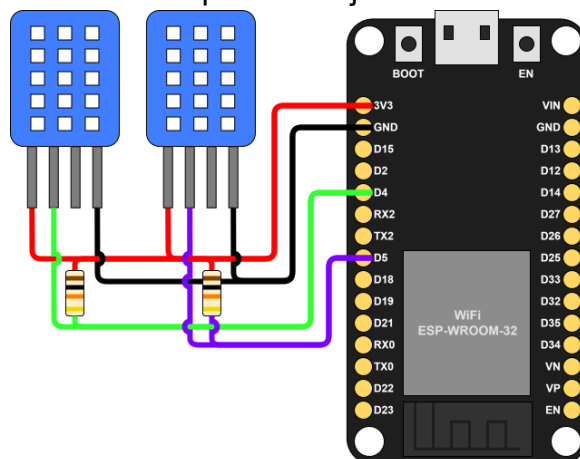
A solução consiste em uma parte de *hardware* e duas partes de *software* (para o mecanismo de leitura e para a persistência de dados).

No projeto do *hardware* para o monitoramento das condições térmicas, foram utilizados dois sensores DHT11<sup>7</sup>, devido à sua capacidade de medir tanto temperatura quanto umidade com precisão. Um foi instalado no interior do *container* e outro na parte externa, de forma que sejam feitas duas leituras (interior/exterior) que permitirão a análise dos dois ambientes.

Os sensores DHT11 foram conectados a um microcontrolador ESP32<sup>8</sup>, que ficou responsável por gerenciar a coleta de dados e enviá-los a um servidor.

O protótipo foi desenhado utilizando o *software* de *design* de circuitos Draw.io<sup>9</sup>, permitindo a criação de um esquema do sistema, ilustrado na Figura 2. Foram utilizados: 2 sensores DHT11, um microcontrolador ESP32 e 2 resistores 10k Ohms.

**Figura 2** – Esquema do Circuito para o Projeto do *Hardware* de monitoramento



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Uma vez pronto o projeto do circuito, o mesmo foi implementado fisicamente. Também foi desenvolvido um suporte de MDF para abrigar o *hardware* da parte interna do *container*, garantindo a proteção dos componentes (Figura 3).

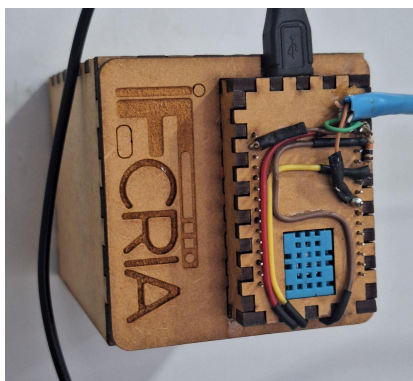
<sup>6</sup> *ThingsBoard*: <https://thingsboard.io/>.

<sup>7</sup> DHT11: um dispositivo de baixo custo usado para medição de umidade e temperatura do ar. Faixa de umidade: 20% a 80%. Faixa de temperatura: 0°C a 50°C. <https://blog.eletrogate.com/sensores-dht11-dht22/>.

<sup>8</sup> ESP32: uma placa programável via Wi-Fi e *Bluetooth* e integrada com a plataforma *Arduino IDE*, além de ser conhecida por seu baixo custo e alto poder de processamento. <https://victorvision.com.br/blog/placa-esp32/>.

<sup>9</sup> *Draw.io*: <https://app.diagrams.net/>.

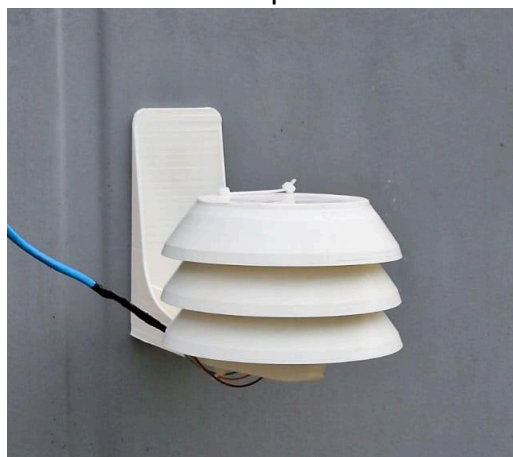
**Figura 3** – Hardware de monitoramento e case de proteção em MDF



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Para o sensor externo, por meio de impressões 3D, foi feita uma *Tela de Stevenson* (Figura 4), que é uma estrutura com “persianas laterais que impedem a entrada da radiação solar mas permitem uma boa ventilação”, descrição dada por Brunet *et al.* (p. 1, 2020), proporcionando durabilidade ao sistema de monitoramento.

**Figura 4** – *Tela de Stevenson* para o sensor DHT11 externo



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

O *software* de coleta (instalado no microcontrolador) foi desenvolvido utilizando a linguagem de programação C++ no ambiente *Arduino IDE*<sup>10</sup>. Como não foi desenvolvido um banco de dados específico para o projeto, o programa é responsável por realizar a leitura dos sensores e transmitir os dados em tempo real ao *ThingsBoard*, uma plataforma de IoT (Internet das Coisas) hospedada em um servidor próprio<sup>11</sup>, através de requisições HTTP POST, garantindo a coleta contínua e a visualização imediata das informações em *dashboards* customizáveis. O código fonte pode ser visualizado no repositório “*sensor-ifcra*”<sup>12</sup> no *GitHub* do autor.

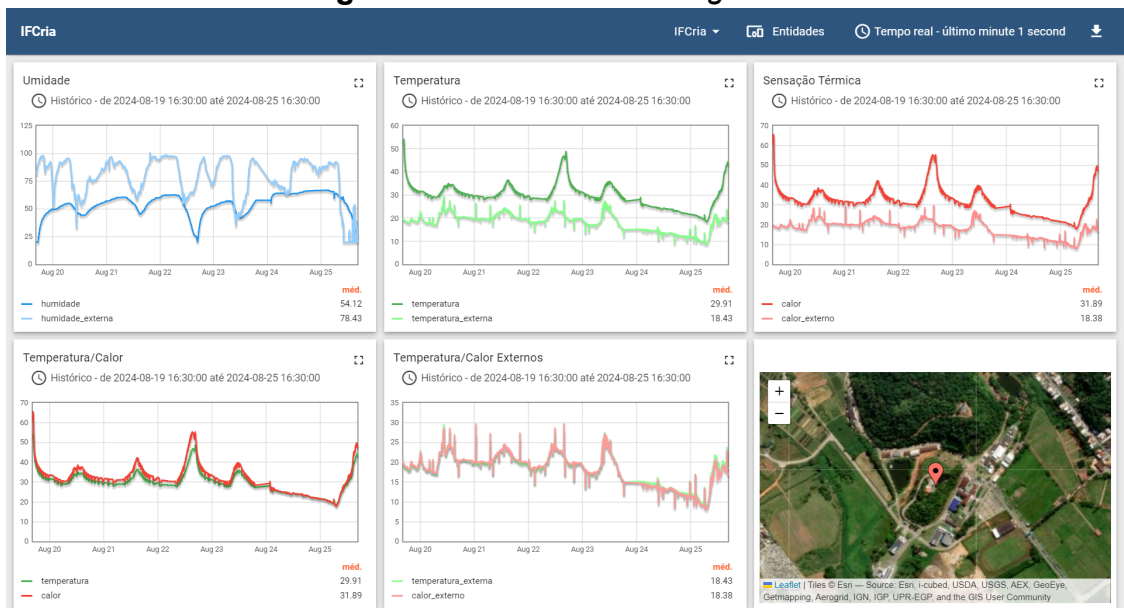
A Figura 5 apresenta a interface de análise dos dados no *ThingsBoard*. A interface possui 1 gráfico para cada tipo de dado (temperatura, umidade e índice de calor), 2 gráficos comparando temperatura e calor (internos e externos) e um mapa mostrando a localização dos sensores.

<sup>10</sup> Arduino IDE: <https://www.arduino.cc/>.

<sup>11</sup> Interface do *ThingsBoard* do projeto: <https://tb.geati.camboriu.ifc.edu.br/>.

<sup>12</sup> Github: <https://github.com/PViniKs/sensor-ifcra/blob/main/sensor-ifcra.ino>.

**Figura 5 – Interface do ThingsBoard**

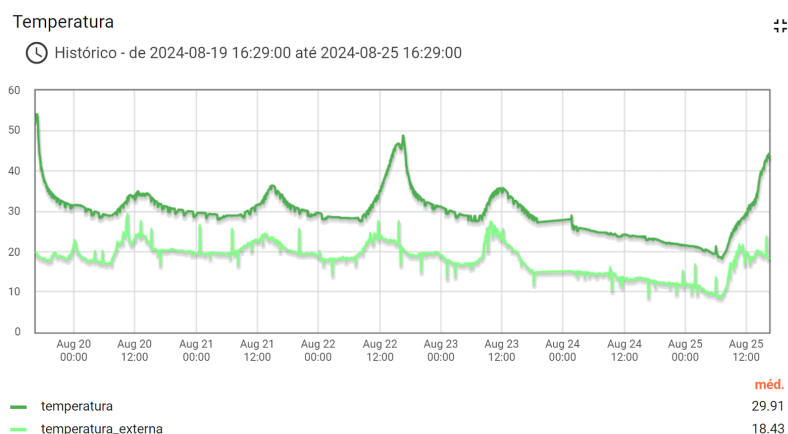


Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

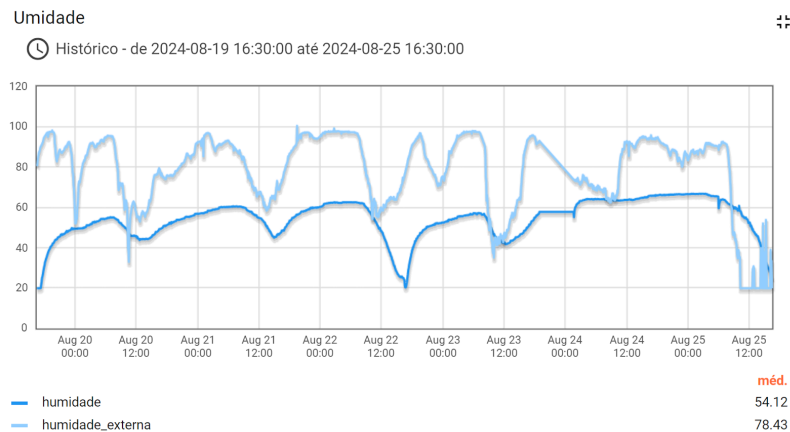
O sistema está em operação fazendo leituras de temperatura e umidade desde novembro de 2023. No entanto, devido a uma mudança de servidor recente, todos os dados coletados até jul./24 foram perdidos, incluindo os *backups*. Atualmente, estão disponíveis apenas os dados coletados entre os dias 19 e 25 de agosto de 2024.

Por meio dos gráficos é possível observar variações significativas nos dados de temperatura e de índice de calor, observando-se que na parte interna estes estão muito mais elevados do que na parte externa, evidenciando a necessidade de melhorias no controle climático do *container* do IFCria. As Figuras 6, 7 e 8 representam, respectivamente, os gráficos de temperatura, umidade e índice de calor no período de 19/08/24 a 25/08/24.

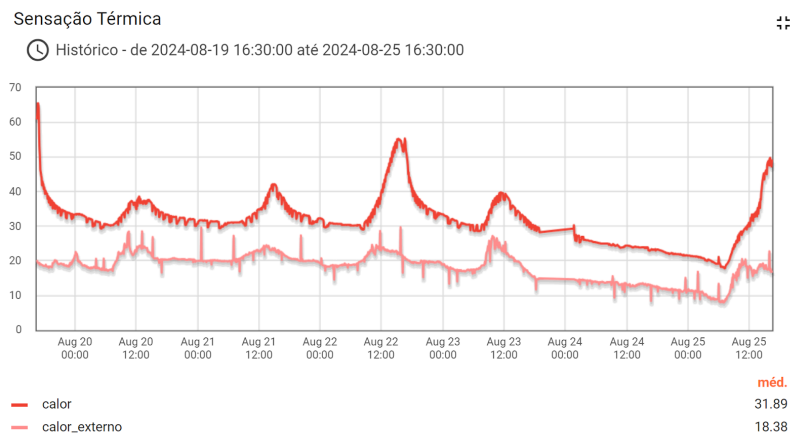
**Figura 6 – Gráfico de Temperatura (19/08 - 25/08)**



**Figura 7 – Gráfico de Umidade (19/08 - 25/08)**



**Figura 8 – Gráfico de Índice de Calor (19/08 - 25/08)**



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

A interface do *ThingsBoard* com os dados das leituras de umidade, temperatura e índice de calor é aberta e está acessível pelo *dashboard* público<sup>13</sup>. O sistema mostrou-se viável e eficiente nas leituras e armazenamento de dados. O Quadro 1 demonstra os custos dessa solução.

**Quadro 1 – Custo dos componentes do sistema de monitoramento**

COMPONENTE/MATERIAL	QUANTIDADE	PREÇO CUSTO TOTAL
Sensor DHT11	2 un.	R\$ 34.00
Microprocessador ESP32	1 un.	R\$ 45.00
Resistor 10k Ohms	2 un.	R\$ 0.26
Fios	8 mts.	R\$ 5.95
Caixa MDF 7cm x 11cm x 7cm.	0.0329 m <sup>2</sup>	R\$ 1.25
Tela de <i>Stevenson</i>	1 un.	R\$ 24.49
<b>CUSTO TOTAL</b>		<b>R\$ 110.95</b>

Fonte de consultas dos preços: Mercado Livre (<https://www.mercadolivre.com.br/>).

<sup>13</sup> *Dashboard*:

<https://tb.geati.camboriu.ifc.edu.br/dashboard/1e2ac630-571a-11ee-bdd4-b1244f07481c?publicId=d17ce940-5718-11ee-bdd4-b1244f07481c>.



Com a implementação desse sistema de monitoramento foi possível realizar a coleta e a análise dos dados de forma eficiente, validando as hipóteses iniciais e cumprindo os objetivos estabelecidos no início do estudo. Dessa forma, o trabalho foi considerado concluído, sugerindo melhorias viáveis para futuras intervenções no controle climático da Incubadora IFCria.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado na sala *container* da Incubadora IFCria demonstrou a importância do monitoramento das condições térmicas em ambientes construídos com *containers*. Através da implementação dos sensores DHT11 foi possível observar as variações significativas entre o ambiente interno e externo, evidenciando a dificuldade de manter adequadamente um conforto térmico dentro do espaço, especialmente em dias de alta temperatura.

Os dados coletados entre os dias 19 e 25 de agosto de 2024 indicam que a temperatura interna da sala *container* ultrapassa muito a temperatura externa, reforçando a necessidade de implementar medidas a fim de suavizar esses valores extremos, como o uso de isolamentos térmicos e sistemas de ventilação mais eficientes, de modo a assegurar que o espaço se mantenha adequado para uso.

O sistema de monitoramento com o ESP32 mostrou-se viável e eficaz, tendo um custo de implementação relativamente baixo, o que sugere ser aplicável em outros contextos similares. Apesar da perda dos dados anteriores, os resultados obtidos até o momento são suficientes para validar o projeto e embasar futuras intervenções na sala *container*.

#### 5. REFERÊNCIAS

AGUILAR, E.; ASÍN, J; BAÑÓN, M.; BRUNET, M.; GARCÍA, F.; PALENZUELA, J. E.; SIGRÓ, J. **Comparación de las temperaturas obtenidas en las garitas Montsouri y Stevenson. Resultados provisionales del proyecto screen**. Acta de las Jornadas Científicas, Asociación Meteorológica Española, 2020. Disponível em: <https://pub.ame-web.org/index.php/JRD/article/view/2203>. Acesso em: 3 set. 2024.

FRANÇA JUNIOR, A. M. de. **Análise estrutural de contêineres marítimos utilizados em edificações**. Repositório UFOP, Universidade Federal de Ouro Preto, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufop.br/items/122d7fc2-616a-4b34-b314-7c803a098801>. Acesso em: 27 ago. 2024.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Lume Repositório Digital, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/52806>. Acesso em: 2 set. 2024.

MARQUES, A. R. A. **Estudo de coordenação modular em projetos de reciclagem de contentores**. UBiblorum, Universidade da Beira Interior, 2011. Disponível em: <https://ubiblorum.ubi.pt/handle/10400.6/2226>. Acesso em: 3 set. 2024.

VIANA, F. S.; SOUZA, H. A. de; GOMES, A. P. **Residência em contêiner: comparativo de estratégias para a melhoria do desempenho térmico**. PPEC UNICAMP, Universidade Estadual de Campinas, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8652794>. Acesso em: 27 ago. 2024.