



## MONITORAMENTO REMOTO DE TEMPERATURA E UMIDADE EM AMBIENTE DE MISSÃO CRÍTICA

Plínio Rodrigues Rosa Barreto (IFFLUMINENSE) pbarreto@iff.edu.br  
Evanildo dos Santos Leite (IFFLUMINENSE) eleite@iff.edu.br

### Resumo

O conceito de Internet das Coisas (IoT) é muito mais que ligar objetos pela internet, mas também torná-los inteligentes. Objetivou-se, nesse trabalho, desenvolver o protótipo de um controlador de baixo custo para o monitoramento remoto da temperatura e umidade de um data center. Inicialmente, foram realizadas pesquisas na literatura para conhecer as características e necessidades, bem como trabalhos científicos, relacionadas a esses ambientes. Em seguida, os componentes eletrônicos e softwares foram avaliados e selecionados. Por fim, foi desenvolvido o código fonte e os testes funcionais do protótipo. Foram utilizados o microcontrolador ESP8266, a plataforma Fritzing, ThingSpeak e o aplicativo Blynk. Verificou-se possível o monitoramento remoto da temperatura externa, interna e umidade, o acionamento dos condicionadores de ar, como também o registro gráfico das variações das leituras de temperatura e umidade interna do data center. Concluiu-se que o trabalho foi útil e viável, devido ao baixo custo e a aplicação remota.

**Palavras-Chaves:** Internet das coisas; Data center; ESP8266; Climatização.

### 1. Introdução

A evolução da internet permitiu a comunicação entre o mundo virtual e o mundo real, a partir da conexão de dispositivos usados no dia a dia à rede mundial de computadores. A Internet das Coisas (IoT) é uma infraestrutura baseada em objetos físicos que se conectam à rede e adquirem assim uma identidade virtual, de maneira que suas conexões possam ser configuradas automaticamente, conforme os protocolos estabelecidos (IERC, 2018).

Entretanto, o custo para adquirir tais objetos pode ser elevado e, por vezes, inacessíveis para parte da população. Nesse contexto, diversos projetos têm sido desenvolvidos com a utilização de microcontroladores de baixo custo, como, por exemplo, o Arduino, Raspberry e o ESP8266 (OLIVEIRA, 2017).



Num ambiente de missão crítica, por exemplo, o controle das condições ambientais é fundamental não só para o bom funcionamento dos equipamentos, como também para a elevação de sua vida útil. Nesse sentido, a norma TIA-942 determina que uma das características básicas de controle de um data center é a presença de um sistema de climatização (XAVIER, 2019).

Conjuntamente, a norma ABNT NBR 16665 determina que os equipamentos de ar-condicionado em data centers devem ser microprocessados e possuem controle automatizado de temperatura e umidade (ABNT, 2019).

Convencionalmente, em um data center de pequeno porte, o monitoramento dos parâmetros ambientais, bem como o acionamento dos condicionadores de ar, dependem da intervenção humana, que é visivelmente falha e de disponibilidade limitada (XAVIER, 2019).

Desse modo, a introdução de um mecanismo para controlar parâmetros, tais como, temperatura e umidade são vitais para as operações. Entretanto, a implantação desse dispositivo deve ser avaliada sob diferentes perspectivas (econômicas, ambientais, qualidade, manutenção, segurança e expansão) e seu funcionamento deve ocorrer de forma independente, possibilitando que o sistema seja monitorado e controlado a distância.

Nesse contexto, plataformas de prototipagem eletrônica de hardware livre vêm sendo utilizadas largamente em soluções de automação predial, em projetos que tem como objetivo o aumento da segurança, a redução de custos e a possibilidade de controle e monitoramento remoto de parâmetros como, por exemplo, temperatura e umidade (MAGRANI, 2018).

Diante da temática apresentada, este trabalho tem como objetivo desenvolver um protótipo de um controlador de baixo custo para realizar o monitoramento remoto da temperatura e umidade via softwares, para atender as necessidades de um data center.

## **2. Ambiente de missão crítica e data center**

De acordo com a norma TIA-942, data center (DC) é um prédio ou setor de um prédio que tem por finalidade abrigar a sala de computadores e as demais salas que oferecem suporte ao funcionamento do DC. Expandindo esse conceito, Marin (2011) expressa que data centers podem ser definidos como ambientes de missão crítica que abrigam equipamentos responsáveis pelo processamento e armazenamento de informações cruciais para a continuidade de negócios, nos mais variados tipos de organização (empresas, instituições de ensino, indústrias, órgãos governamentais, hospitais, hotéis, entre outros).

Assim, embora o termo data center seja usado para designar os espaços onde os equipamentos críticos de TI estão instalados, um data center é a infraestrutura do site como um todo e compreende os seguintes espaços e sistemas (FACCIONI FILHO, 2016):

- a) Sala de servidores;
- b) Climatização (ar-condicionado e controle ambiental);
- c) Distribuição elétrica e UPS (Uninterruptible Power Supply);
- d) Automação do edifício;
- e) Detecção e supressão de incêndio;
- f) Segurança e controle;
- g) Espaços de suporte, entre outros.

## 2.1. Climatização do data center

A norma ABNT NBR 16665 determina que o sistema de ar-condicionado seja independente do fornecimento de ar do edifício de escritórios e deve operar 24h por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano, ininterruptamente (ABNT, 2019).

Ademais, a norma também estabelece que determinados fatores no ambiente do data center devem ser controlados, para prover uma operação contínua, dentro de um determinado intervalo de temperatura e umidade. A Tabela 1 apresenta os principais fatores a serem observados no ambiente do data center.

Tabela 1 – Parâmetros ambientais do data center

Parâmetros ambientais	
Temperatura	18° a 27°C
Umidade	30% a 60%
Temperatura máxima do ponto de condensação	5,5 a 15°C
Variação máxima de temperatura por hora	5°C

Fonte: Adaptado de ABNT (2019)

Destaca-se ainda a necessidade de considerar alimentação elétrica redundante e/ou sistema UPS para todos os condicionadores de ar do sistema. Além disso, a manutenção dos equipamentos deve ser feita no máximo semestralmente e a troca de filtros em ciclos trimestrais (ABNT, 2019).

### 3. Metodologia

As características ambientais e operacionais apresentadas na obra de Driemeyer (2016), intitulada “Projeto de melhoria de data center com ênfase em infraestrutura e eficiência energética” foram utilizadas como um estudo de caso no presente trabalho.

A referida pesquisa teve por objetivo analisar um data center, responsável pelas operações de um dos maiores provedores de internet da região do Vale do Taquari, localizado no Rio Grande do Sul, concentrando-se na verificação das condições de todos os subsistemas do data center, inclusive o de climatização.

Nesse ambiente, os dois condicionadores de ar trabalham de forma alternada, sendo este processo realizado manualmente. Esses equipamentos são configurados para operarem em 22°C e o monitoramento da temperatura ocorre presencialmente, através de um termômetro presente no interior da data center.

Quanto aos procedimentos metodológicos deste trabalho, inicialmente, com intuito de conhecer as características e necessidades de um data center, foi realizada uma pesquisa na literatura. A partir disso, foram pesquisados, no Google Acadêmico e no portal de revistas brasileiras Scielo, trabalhos na área de IoT aplicados à data centers em operação no país.

Em seguida, para a montagem do protótipo, foi necessário definir como seria feita a representação visual do projeto, para isso foram pesquisados programas ou sites que pudessem simular a montagem de circuitos, como, por exemplo, o *TinkerCAD*, *Circuit.io* e o *Fritzing*. Além disso, foi necessário analisar qual microcontrolador melhor atenderia as necessidades do projeto, dentre as opções disponíveis no mercado a baixo custo, tais como, o *Arduino*, *Raspberry* e o *ESP8266*.

Posteriormente, foi iniciada a montagem física do protótipo, a partir dos testes individuais dos componentes eletrônicos utilizados, com o auxílio de um protoboard de 830 pontos e jumpers macho-macho, para conexão dos componentes. Com isso, foi possível dar início a seleção dos códigos fonte, de bibliotecas disponíveis na web e a construção do programa final, a partir da junção dos diferentes códigos selecionados.

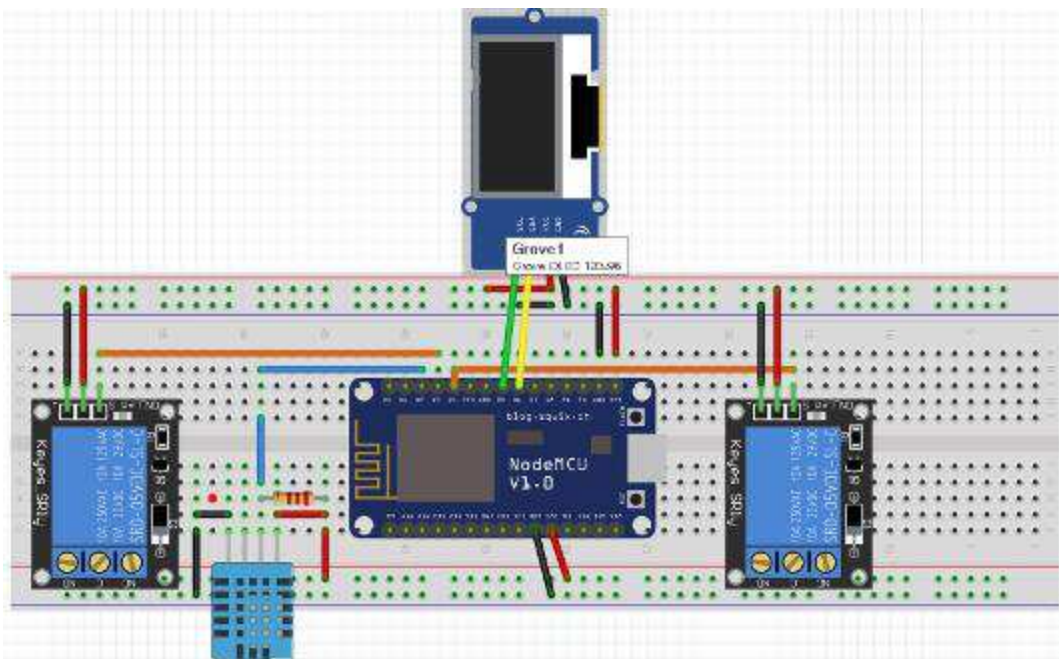
Por fim, foram realizados testes funcionais de hardware e softwares, envolvendo o monitoramento remoto da temperatura externa, temperatura interna e umidade, bem como o acionamento dos condicionadores de ar, através de interfaces de relé.

#### 4. Resultados

Para simular a montagem do protótipo, foi escolhido o software *Fritzing*, devido à sua praticidade e disponibilidade de componentes (Figura 1). Quanto à seleção da plataforma de prototipagem, o Arduino demonstrou-se expansível, através da utilização de sensores e módulos, contudo, suas limitações se tornam mais evidentes quando comparado ao ESP8266 que, além de seu baixo custo, possui WiFi integrado.

Por outro lado, apesar do Raspberry ser um minicomputador e possuir drivers gráficos, este dispositivo utiliza a linguagem de programação Python, cuja complexidade é elevada se comparada ao Arduino e ao ESP8266, que podem ser programados em linguagem C/C++. Diante disso, a opção que se mostrou adequada e que atendeu aos requisitos do projeto, reduzindo custos de hardware e facilitando a programação, foi o microcontrolador ESP8266.

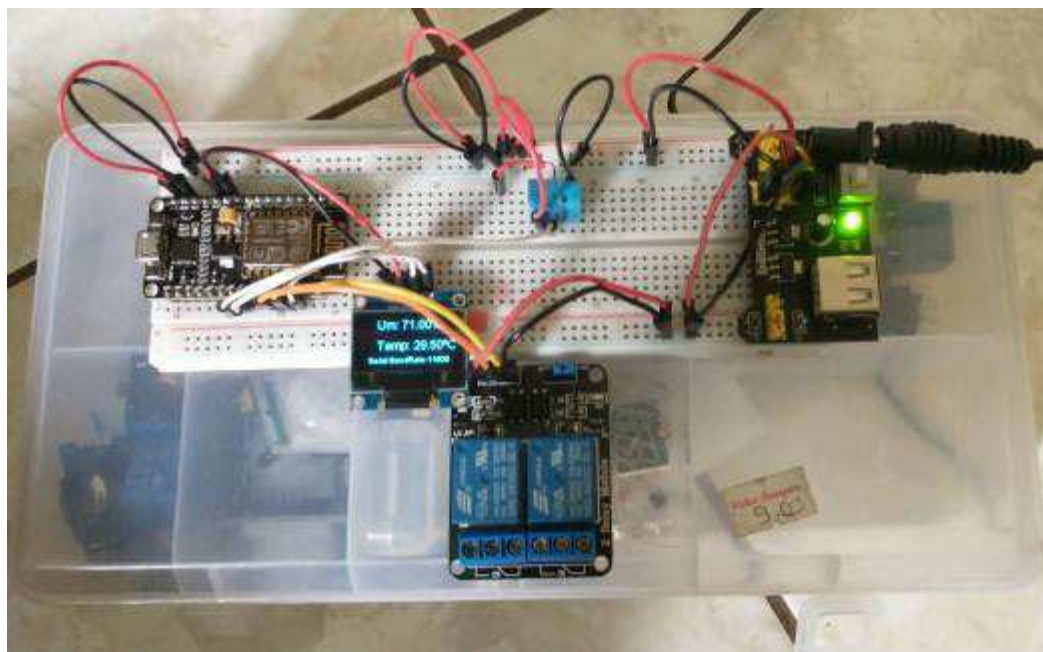
Figura 1 – Montagem do protótipo no software de simulação *Fritzing*



Fonte: Elaboração própria

Para construção do protótipo físico, o primeiro passo foi adicionar o ESP8266 sobre o protoboard e em seguida realizou-se a conexão deste ao sensor de temperatura e umidade DHT11. Concluídos os passos anteriores, foi adicionado o display OLED, e o módulo relé de duas saídas, conforme pode ser observado na Figura 2. A programação do protótipo foi realizada a partir de códigos já existentes e disponíveis publicamente na internet, mas que realizavam as funções separadamente. Sendo assim, foi necessária a reorganização desses e a adequação aos requisitos do data center estudado.

Figura 2 – Montagem do protótipo no físico no protoboard



Fonte: Elaboração própria

Durante a construção do código fonte do programa do protótipo, foi integrado a este a leitura do sensor de temperatura e umidade interna DHT11 e, para a obtenção dos dados da temperatura externa, empregou-se a plataforma *OpenWeatherMap*, que fornece os valores de temperatura da cidade ou região desejada, em tempo real.

A fim coletar e registrar as variações de temperatura interna e umidade ao longo do tempo, optou-se pela utilização da plataforma *ThingSpeak*, que registra graficamente as grandezas monitoradas, criando assim um histórico (Figura 3).

Figura 3 - Gráfico de linhas gerado no *ThingSpeak* a partir do monitoramento da temperatura local



Fonte: Elaboração própria

Objetivando o monitoramento de maneira remota, utilizou-se o aplicativo para smartphone *Blynk*, que se mostrou de fácil integração com o sistema proposto, possibilitando assim o monitoramento da temperatura externa e interna e também da umidade interna, além de permitir que o usuário comande o acionamento dos condicionadores de ar e seja avisado através de notificações pelo aplicativo e via e-mail (Figura 4).

Figura 4 – Interface do aplicativo *Blynk*



Fonte: Elaboração própria

## 5. Conclusões

Este trabalho teve como objetivo desenvolver o protótipo de um controlador de temperatura e umidade, de baixo custo, para atender as necessidades de um data center, de forma a alcançar autonomia e eficiência, promovendo maior segurança e reduzindo indisponibilidades.

Inicialmente, foi possível identificar na literatura uma operação real de uma data center, no qual a temperatura ideal era de 22 °C, mas que dependia da aferição presencial, através de um termômetro, bem como a operação manual para alternância dos dois condicionadores de ar existentes.

As informações obtidas a partir deste estudo de caso nortearam a simulação da montagem do projeto na plataforma Fritzing, a partir da qual se identificou a possibilidade de integração de



diferentes componentes ao microcontrolador ESP8266, permitindo a criação de um protótipo de hardware que atendesse aos objetivos estabelecidos no escopo do presente trabalho.

Para a elaboração do código fonte do programa do protótipo, foram utilizados códigos disponíveis em repositórios e sites especializados. Cada código exercia uma função diferente, tendo sido necessário integrá-los e adaptá-los às necessidades do projeto, o que se mostrou viável e funcional.

Ao construir o protótipo, utilizando os componentes eletrônicos sobre o protoboard, verificou-se possível o monitoramento remoto da temperatura externa, temperatura interna e umidade, bem como o acionamento dos condicionadores de ar, através do aplicativo Blynk. Além disso, foi possível também acompanhar graficamente as variações das leituras de temperatura e umidade interna, do sensor DHT11, por meio da plataforma ThingSpeak.

Mediante ao que foi apresentado, conclui-se que o trabalho se mostrou útil e viável como uma solução para o data center, devido ao baixo custo, a aplicação remota, e a facilidade de manipulação de hardware e softwares, como também a suscetibilidade a expansões futuras.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16665**: Cabeamento estruturado para data centers. 1 ed. São Paulo: ABNT, 2019. 33 p.

BLYNK. **About us | Blynk**. Disponível em: <https://blynk.io/about>. Acesso em: 23 mar. 2022.

DRIEMEYER, Rodolfo. **Projeto de melhoria de data center com ênfase em infraestrutura e eficiência energética**. 2016. 131 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Computação, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, 2016. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/1382/1/2016RodolfoDriemeyer.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2022.

FACCIONI FILHO, Mauro. **Conceitos e infraestrutura de datacenters**. Tubarão: Unisulvirtual, 2016. 120 p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Fazion-Filho/publication/319913948\\_Conceitos\\_e\\_infraestrutura\\_de\\_datacenters/links/59c165b9a6fdcc69b92bc1ef/Conceitos-e-infraestrutura-de-datacenters.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Fazion-Filho/publication/319913948_Conceitos_e_infraestrutura_de_datacenters/links/59c165b9a6fdcc69b92bc1ef/Conceitos-e-infraestrutura-de-datacenters.pdf). Acesso em: 30 jun. 2022.

IERC CLUSTER SRIA. **Internet of Things**. 2020. Disponível em: [http://www.internet-of-things-research.eu/about\\_iot.htm](http://www.internet-of-things-research.eu/about_iot.htm). Acesso em: 23 mar. 2022.

MARIN, Paulo Sérgio. **Data centers: desvendando cada passo: conceitos, projeto, infraestrutura física e eficiência energética**. São Paulo: Érica, 2011. 320 p.





MAGRANI, Eduardo. **A Internet das Coisas**. Rio de Janeiro: FGV Direito Rio, 2018. 192 p. Disponível em:  
<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23898/A%20internet%20das%20coisas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 mar. 2022.

OLIVEIRA, Sérgio de. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi**. São Paulo: Novatec, 2017. 236 p.

TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION. **TIA-942**: TIA-942 Data Center Standards Overview. Minneapolis: Adc Telecommunications, 2006. 8 p. Disponível em:  
<https://www.accu-tech.com/hs-fs/hub/54495/file-15894024-pdf/docs/102264ae.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

THINGSPEAK. **Learn More About ThingSpeak**. Disponível em:  
[https://thingspeak.com/pages/learn\\_more](https://thingspeak.com/pages/learn_more). Acesso em: 23 mar. 2022.

XAVIER, Manoel Pedro. **Aplicação dos recursos de climatização em um data center**. 2019. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Data Center: Projetos, Operação e Serviços, Universidade do Sul de Santa Catarina - Unisul, Recife, 2019. Disponível em:  
<https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/8234/MANOEL.TCC%20R03.1PD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 26 mar. 2022