

PROJETO INTEGRADOR

DataGuard

UNISAL - Engenharia de Computação – 3º Semestre

Henrique Pignato
Kauã Enrico Pasti Altran
Leonardo Fernandes Fanhani
Lucas Gabriel Bento Correa
Luke G. dos S. Belatine
Gabriel Vitor Rosa

Resumo – A infraestrutura de TI desempenha um papel crucial nas empresas modernas, e os data centers são responsáveis por garantir a disponibilidade e confiabilidade dos sistemas e aplicativos críticos. No entanto, o controle adequado da temperatura e umidade nesses ambientes é essencial para evitar falhas de hardware, interrupções de serviço e perda de dados. Falhas de hardware devido a condições inadequadas de temperatura e umidade podem resultar em interrupções de serviço e perda de dados.

O projeto integrador visa resolver a problemática do monitoramento da temperatura e umidade em data centers por meio de um dispositivo conectado à internet. A solução proposta utiliza a tecnologia IoT para monitorar em tempo real a temperatura e umidade dos Data centers, gerando alertas e avisos em caso de condições inadequadas. Além disso, a plataforma desenvolvida permite o controle remoto do ambiente de refrigeração, garantindo a manutenção das condições ideais de funcionamento dos equipamentos de TI.

A metodologia inclui a análise dos requisitos do sistema, escolha de dispositivos de hardware adequados, definição de protocolos de comunicação seguros e análises estatísticas dos dados coletados. Os resultados obtidos mostraram a eficácia do dispositivo no monitoramento e controle do ambiente dos data centers, contribuindo para a disponibilidade e confiabilidade dos sistemas de TI e para a continuidade dos negócios.

Palavras-chave: Infraestrutura de TI, data centers, monitoramento de temperatura e umidade, internet das coisas, análise estatística.

I. INTRODUÇÃO

Os data centers são as partes mais importantes de uma empresa, já que é nele onde se localiza a infraestrutura de computação e gerenciamento que o T.I. e as tecnologias computacionais exigem, como servidores, máquinas especializadas, unidades de armazenamento e de processamento de dados e equipamentos de rede como um todo, envolvendo desde um simples switch até firewalls e gateways.

A variação de temperatura ou de umidade nessas salas pode ocasionar risco a todo hardware eletrônico presente, podendo gerar falhas em componentes que podem parar uma empresa inteira, interrompendo comunicações, serviços diversos e perda de dados importantes.

Por isso, manter a sala estável a temperaturas baixas tem que ser levada à risca, para não ocasionar tais danos. Segundo normas da ABNT, a temperatura interna ideal no interior do data center deve ser entre 18 °C e 27 °C, enquanto a umidade relativa do ar deve ser de no mínimo 30%, e no máximo 60%, para que toda a operação possa ser realizada a 24 horas do dia, há 7 dias por semana, sem interrupções.

Essas salas são mantidas nessas temperaturas por condicionadores ou climatizadores de ar. Portanto, caso ocorra alguma falha nas máquinas, o problema pode ser percebido somente quando alguma interrupção ou falha de hardware acontecer, interrompendo os sistemas em uso, podendo ser tarde demais para a prevenção e possível normalização sem perdas consideráveis.

E é baseado no contexto exposto acima que a ideia do projeto surge, onde com um módulo sensor de temperatura e umidade o monitoramento, prevenção e rápida recuperação de um data center ou sala de telecomunicações é aprimorado, envolvendo baixo custo e inovação tecnológica, trazendo o IoT (Internet of Things) para o monitoramento e comunicação entre toda a rede de análise.

Isso permite que as equipes de TI tomem medidas preventivas para evitar danos aos equipamentos, como na oscilação da temperatura do condicionador de ar ou no ajuste do fluxo de ar. Além disso, os detectores de temperatura e umidade também podem ser usados para identificar áreas problemáticas na sala de servidores e para planejar melhorias na infraestrutura.

Em resumo, a importância de um detector de temperatura e umidade para salas de servidores é garantir que as condições ambientais estejam sempre em níveis seguros e controlados para que os equipamentos de informática possam operar de forma confiável e segura, sem perdas ou danos que podem causar enormes interrupções e perdas inestimáveis.

À vista disso, o objetivo deste projeto é desenvolver um sistema de controle de temperatura e umidade para data centers, utilizando sensores conectados a um sistema de gerenciamento centralizado, que envia os

dados coletados para um *dashboard*, utilizando plataformas *web*, *Power BI*, ou coletores de dados com integração externa.

Através desse sistema, será possível monitorar a temperatura e umidade dos servidores em tempo real, garantindo que o ambiente esteja dentro das faixas ideais para o funcionamento adequado dos equipamentos.

Ter um sistema de controle de temperatura e umidade em *data centers* é extremamente importante, pois a temperatura elevada e a umidade excessiva podem levar a falhas nos equipamentos, diminuição de desempenho, aumento de consumo de energia elétrica e até mesmo riscos de incêndios. Com o sistema em funcionamento, é possível identificar rapidamente possíveis problemas e tomar ações corretivas imediatas, garantindo a disponibilidade e confiabilidade dos serviços prestados.

O custo de não ter um sistema como esse pode ser extremamente alto, pois uma falha nos servidores pode levar a perda de dados e interrupção dos serviços, impactando diretamente nos negócios da corporação. Além disso, reparos e substituição de equipamentos podem gerar altos custos, que não seriam previstos. Com o sistema de controle de temperatura e umidade, é possível prevenir esses problemas e manter o ambiente de TI operando em condições ideais, o que pode resultar em economia de custos a longo prazo e funcionamento ininterrupto de todo gerenciamento e operação.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Os *data centers* são ambientes críticos que exigem uma operação contínua e confiável. Qualquer falha ou anomalia no funcionamento pode levar a prejuízos financeiros e de imagem para a empresa. Mas afinal, o que é um *Data center*?

Um *Data center*, também conhecido como CPD (Centro de Processamento de Dados), é um local onde estão concentrados os sistemas computacionais de uma empresa ou organização, como um sistema de telecomunicações e roteamento ou um sistema de armazenamento de dados, além do fornecimento de energia para a instalação, sendo na maioria junto ao restante dos equipamentos.

O local não exige tamanho específico, podendo variar em diversas metragens, mas necessita sempre de um ou mais sistemas de refrigeração, atuando independentemente do tipo (direto, indireto, interno ou externo, aparelhos mais simples ou mais sofisticados). Isso porque, todo e qualquer equipamento que envolva eletrônica e energia elétrica, há aquecimento na transformação de energias.

Os equipamentos eletrônicos aquecem principalmente devido ao efeito Joule, o qual é a transformação de energia elétrica em calor. Conforme a Lei de Joule, quando uma corrente elétrica flui por um condutor com resistência (que impede o fluxo livre e sem fricção de elétrons pelo meio), ocorre uma

transformação que dissipa a energia na forma de calor, ocorrendo no que mais há em circuitos eletrônicos: resistores, transistores, diodos, capacitores, indutores, transistores e CI (circuitos integrados).

A quantidade de calor gerada depende da quantidade de corrente elétrica que passa pelo componente e da resistência elétrica desse componente. Pensando no fato que, *Data centers* estão ativados e em processamento o tempo todo (comumente visto como 24/7), é importante que os equipamentos eletrônicos sejam projetados para dissipar o calor adequadamente e evitar superaquecimento e possíveis *downtimes* (período em que um sistema, atividade ou processo de TI é temporariamente interrompido), que pode levar a danos permanentes ou até mesmo a incêndios.

Portanto, segundo as normas NBR ISO/IEC 17799 e NBR14565, no interior do *data center*, em todos os seus pontos, a temperatura interna ideal, deve ser 22 °C, variando entre 18 °C e 27 °C, enquanto a umidade relativa do ar deve ser de no mínimo 30%, e no máximo 55%. É importante ressaltar que a umidade muito baixa pode causar estática, o que pode danificar os componentes eletrônicos dos equipamentos, gerando outros problemas por falhas elétricas.

Essa é uma faixa geral recomendada por muitos especialistas da indústria de *data centers*, mas as especificações exatas podem variar dependendo da infraestrutura do *data center* e dos requisitos dos equipamentos de TI.

Manter a temperatura e umidade dentro dessa faixa ideal ajuda a reduzir a oxidação e o desgaste dos equipamentos, aumentando assim a vida útil deles e minimizando os riscos de falhas. Além disso, a temperatura e a umidade também afetam o desempenho dos equipamentos. Temperaturas muito altas podem levar a problemas como *Thermal Throttling* (proteção ativada pelo próprio dispositivo, a fim de protegê-lo e manter funcionando, porém, em uma velocidade abaixo do esperado), enquanto temperaturas muito baixas podem causar problemas de condensação e umidade excessiva, o que pode levar a corrosão acelerada dos equipamentos.

Para a refrigeração ser de boa qualidade, ao realizar o projeto de realização do *Data center*, todos os fatores devem ser levados em consideração. Quando projetado a planta da sala (com medidas, ocupações pelos *racks* e estruturas, é visto qual a disponibilidade dos sistemas refrigeradores. Os mais comuns são os climatizadores “*In Room*”, tenho o ar-condicionado de maneira Split.

Figura 1



fonte: <https://www.samsung.com/br/air-conditioners/windfree/>

Quando projetado para uso profissional ou em grandes escalas, climatizadores “*In Row*” ou “*In Rack*” são mais utilizados. A grande diferença entre eles para os comuns *Split*, é o foco para uso profissional, tendo mais de um motor ou circuito, para evitar falhas. Além disso, são mais precisos em questão de controle da temperatura, havendo, inclusive, diversos modelos que apontam diretamente ao *rack* de equipamentos.

Figura 2



Fonte: <https://www.apcloja.com.br/Acessorios-Para-Rack/c/31/>

Figura 3



Fonte: <https://www.apcloja.com.br/Acessorios-Para-Rack/c/31/>

Em quaisquer formas e aplicações, os sistemas de refrigeração funcionam pelo mesmo princípio físico, o Ciclo Termodinâmico, onde o fluido refrigerante, absorve o calor do ambiente, evaporando pela tubulação. Quando comprimido, passa pela unidade externa, resfriando o fluido a partir do fluxo de ar. Quando o fluido retorna à unidade interna, é expandido

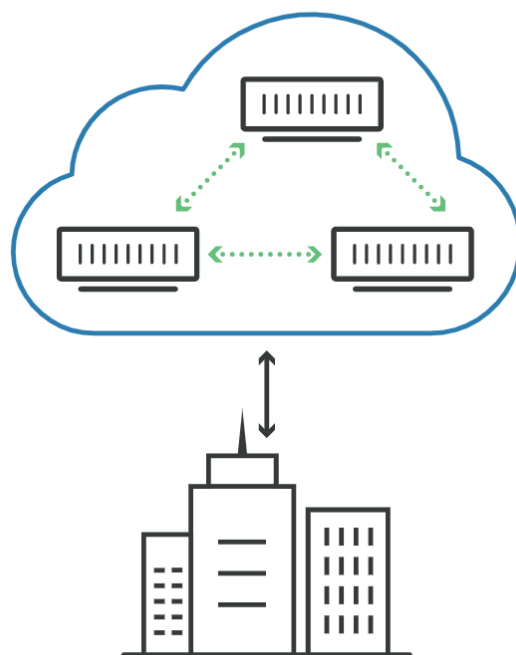
a partir das tubulações maiores, refazendo todo o ciclo termo físico.

Pensando na rápida recuperação (evitando *downtimes*), os *centers* são projetados com mais de um sistema de refrigeração, sendo necessário para casos de falha, onde o outro sistema possa atuar sem problemas. Nesses casos, trazemos o objetivo do projeto à tona, facilitando o retorno da operação sem mais altos níveis de oscilação, já que a equipe de TI e manutenção será alertada e acionada sobre a ocorrência.

Com cada vez mais aplicações voltadas para o uso da tecnologia, presenciamos um crescimento exacerbado da movimentação para a inovação, com grandes *data centers* particulares ou corporações que investiram em estruturas como modo de comercialização de um serviço, conhecido atualmente como IaaS (Infrastructure as a Service), fornecendo serviços de computação de forma privada ou compartilhada.

Figura 4

Infrastructure-as-a-Service



Fonte: CloudFlare

Em consequência, chances de incidentes que afetam a operação de *data centers* ao redor do mundo são muito maiores, incidentes esses que podem causar danos significativos para as empresas, incluindo a interrupção de serviços e prejuízos financeiros. Além disso, os dados armazenados nos *data centers* são muitas vezes críticos e confidenciais, tornando a sua perda ou exposição um risco significativo para as organizações. Como resultado, a garantia da disponibilidade e segurança desses centros de dados se torna cada vez mais uma prioridade para muitas empresas.

Em 17 de agosto de 2020, um grande incêndio destruiu o *Data center* da OVHcloud em Estrasburgo, na França. A OVHcloud é uma das maiores provedoras de serviços de hospedagem de *sites* do mundo e o incidente teve um grande impacto em seus clientes, que tiveram seus *sites* e serviços fora do ar por horas ou até mesmo dias. O incêndio, causado por um curto-circuito em um dos servidores, se espalhou rapidamente pelos quatro prédios do *data center*, que abrigavam milhares de servidores e equipamentos de armazenamento de dados. Mais de 100 bombeiros foram mobilizados para combater as chamas, mas o fogo só foi controlado após várias horas de trabalho.

Os impactos do incêndio foram sentidos em toda a Europa, uma vez que a OVHcloud é uma das principais provedoras de serviços de hospedagem de *sites* do continente. Muitos clientes tiveram que buscar alternativas rápidas para manter seus *sites* e serviços no ar, e a OVHcloud teve que trabalhar duro para tentar recuperar os dados dos servidores danificados.

Outro exemplo é o incidente ocorrido em 2016 no *data center* da Delta Airlines em Atlanta, nos Estados Unidos. Um interruptor elétrico que controlava a temperatura no *data center* falhou, levando a uma queda na temperatura do ambiente de cerca de 10 graus Celsius em menos de uma hora. A temperatura subiu para mais de 30 graus Celsius, o que afetou o desempenho dos servidores e sistemas de armazenamento de dados.

A Delta Airlines foi forçada a cancelar centenas de voos em todo o mundo, afetando milhares de passageiros, e teve que lidar com a perda de dados e a interrupção de seus sistemas de reserva e *check-in*.

Esses incidentes destacam a importância da manutenção preventiva e do monitoramento constante das condições ambientais em um *data center*. A temperatura e umidade devem ser mantidas dentro de limites especificados para garantir a operação adequada dos equipamentos e minimizar o risco de interrupções. Também é importante ter medidas de contingência em caso de falhas no sistema de refrigeração, como *backups* de dados em locais seguros e a capacidade de transferir as cargas de trabalho para outros *data centers* em caso de emergência.

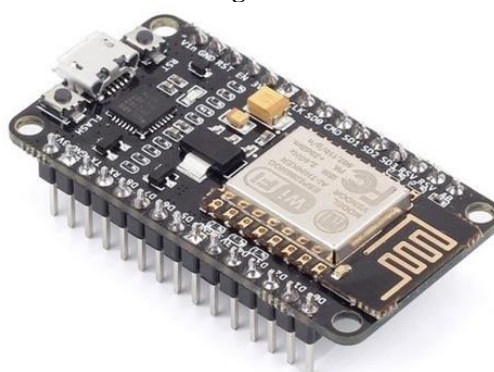
Diretamente, o sensor ajuda a controlar a temperatura e umidade do ambiente, o que é fundamental para manter os equipamentos em pleno funcionamento. Além disso, o sensor também pode ser usado para economizar energia elétrica, regulando a temperatura do ambiente com mais precisão. Isso pode ser especialmente relevante em grandes *data centers*, que consomem quantidades significativas de energia.

Indiretamente, o sensor de temperatura e umidade pode ser programado para emitir alertas para a equipe de apoio de TI, indicando quando há alguma anomalia no ambiente. Esses alertas permitem que medidas preventivas sejam tomadas antes que ocorram problemas maiores, como falhas nos equipamentos ou até mesmo perda de dados.

No entanto, para que esses dados sejam coletados e monitorados eficientemente, é importante contar com um dispositivo que possua capacidade de processamento e conexão com a internet. É aqui que entra o ESP, um microcontrolador que tem se destacado no mercado por sua versatilidade e potência.

Foi escolhido o modelo ESP8266 por ser de maior custo-benefício e com todas as funcionalidades básicas necessárias. Essa placa é capaz de se conectar à Internet por meio de uma rede Wi-Fi, o que a torna uma excelente escolha para projetos de IoT (Internet das Coisas). Além disso, o NodeMCU ESP8266 é compatível com as linguagens de programação para Arduino, facilitando o desenvolvimento de projetos com códigos de fácil compreensão.

Figura 5

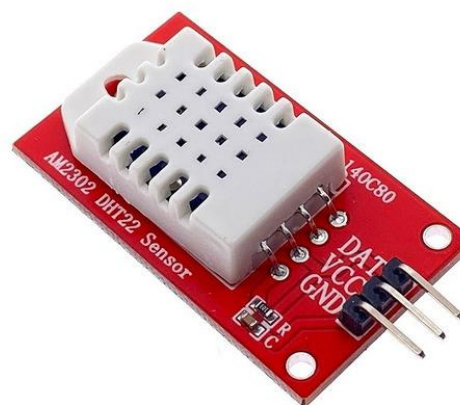


Fonte: www.eletrogate.com

Para a medição das variáveis de temperatura e umidade, foi optado pelo sensor DHT22, já que tem o poder de medir a umidade relativa do ar em porcentagem e a temperatura ambiente em graus Celsius ou Fahrenheit com alta precisão.

Esse sensor utiliza elementos sensores de capacitância para medir a umidade relativa do ar e um termistor para medir a temperatura ambiente. Esses elementos são combinados em um único dispositivo compacto, tornando-o ideal para aplicações onde espaço e simplicidade são importantes.

Figura 6



Fonte: www.eletrogate.com

Além disso, o DHT22 é capaz de fornecer leituras precisas de temperatura e umidade em uma ampla faixa de operação, tornando-o adequado para uso em ambientes industriais e residenciais. Uma das vantagens do sensor DHT22 é sua capacidade de comunicação digital. Ele se comunica com o microcontrolador através de uma interface de comunicação de dados bidirecional, permitindo que as leituras sejam transmitidas de forma rápida e precisa. Além disso, o sensor possui um circuito integrado de calibração de alta precisão que garante a acurácia das leituras em uma ampla faixa de operação, tornando-o mais confiável para a aplicação que será executada pelo projeto.

Dessa forma, o uso de um sensor de temperatura e umidade em conjunto com o ESP8266 pode trazer benefícios significativos para a gestão de um *data center*, garantindo maior eficiência, segurança e economia de recursos. A prevenção de falhas e a redução de custos com manutenção são apenas alguns dos exemplos dos ganhos que podem ser obtidos com essa tecnologia embarcada.

III. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Recapitulando a proposta do projeto, é trazido à tona a dificuldade de grandes corporações em relação aos seus *Data centers* (sala de servidores e telecomunicação), onde necessitam de constante manutenção e refrigeração do ambiente, para que os dispositivos eletrônicos não passem por instabilidades, podendo gerar *downtimes*, quedas e oscilações, e possíveis perdas financeiras ou patrimoniais por conta dos incidentes ocorridos.

Para o início do desenvolvimento do projeto, precisamos nos organizar de forma clara e objetiva, tendo em vista o que seria tratado e realizado, tanto em questão com o público, quando em equipe do projeto. Realizamos uma análise de todos os meios de pesquisa que utilizamos, para obter o resultado esperado.

Ao início do projeto, definimos uma meta, conseguir estabelecer uma ideia clara do projeto, e possivelmente um protótipo funcional, a fim de mostrar ao público de forma mais clara e fácil a nossa ideia. Portanto, tínhamos certeza de que não realizaríamos o projeto de forma prática (a ser aplicada em um *Data center*). Por isso, fizemos parte somente da pesquisa de natureza básica, onde tem o objetivo de gerar novos conhecimentos para o avanço de nossa equipe como um todo, e com isso, não nos preocupamos com a aplicação prática desses conhecimentos, já que nosso projeto não será desenvolvido até o final, ou seja, não estará 100% funcional, não terá um avanço significativo, porém para os integrantes do grupo, por ser utilizado *software* e *hardware* terá um impacto para nosso aprendizado ao longo do curso. Assim, ela ajuda a contribuir diretamente com a ciência, espalhando o conhecimento e florescendo ideias novas a nossa equipe.

Durante todo o projeto, utilizamos a pesquisa bibliográfica, realizando sempre as pesquisas necessárias, sendo grande parte pela *internet*. Utilizamos diversos tipos de fontes de pesquisa, desde vídeos, fóruns, *websites*, *blogs*, aulas online, entre outros. Como nos baseamos em algumas pesquisas de documentos (como livros e artigos publicados), consideramos que utilizamos a pesquisa documental, onde há uma natureza fundada aos estudos.

Com a meta estabelecida, ponderamos na aplicação de uma pesquisa de campo, procurando por gestores, coordenadores e gerentes de TI, questionando de forma clara sobre suas experiências com *Data centers* e possíveis incidentes que já ocorreram, podendo ser por refrigeração ou não. Por fim das perguntas, finalizaríamos explicando a base do projeto, e perguntando se achariam útil para seu parque de TI. O que ocorreu foi, que não conseguimos obter nenhuma resposta. Procuramos e entramos em contato com todos pela plataforma *LinkedIn*, porém não conseguimos obter respostas dos contatos, e assim a pesquisa de campo não foi realizada.

Durante nossas pesquisas, precisamos utilizar esses dados de maneira proveitosa, para aplicar nossa ideia em questão. Para isso, utilizamos o estudo de caso, que consiste em um estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos. Dentre os propósitos do estudo de caso, verificando-se a intenção de explorar e descrever situações reais, formular hipóteses, desenvolver teorias e explicar variáveis de causa de um fenômeno complexo.

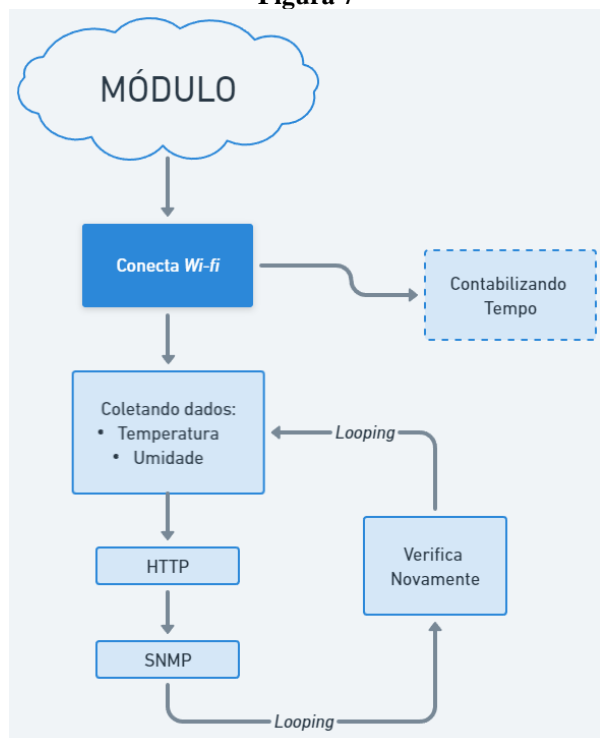
O uso de tecnologias de comunicação ser algo presente no dia a dia de todos os seres humanos, facilita muito o convívio e ações da vida em sociedade. Todos utilizam alguma tecnologia de comunicação de alguma forma, porém é quase unânime que ninguém tem o pensamento de como esse meio funciona, por onde passa, como é realizado e transmitido e onde se localiza. Em meio ao uso, quando há uma interrupção da comunicação ou de outro serviço, os usuários em meio a sociedade se sentem em dúvida de porque não funciona, ou até mesmo estressados e bravos por conta do mal funcionamento.

Isso nos traz até nosso objetivo, onde garante o funcionamento adequado de um *data center* ou salas de telecomunicação, mantendo o ambiente para a continuidade dos serviços, em 24 horas por dia, sem oscilações ou interrupções.

Para isso, o projeto foi estabelecido, colocando na mesa os pontos que necessitariam de maior atenção para manter a operação dos centros de processamento, quando baseado na motivação citada acima.

Projetamos a partir de um fluxograma, como idealizaríamos o funcionamento do projeto, de forma simples e direta, com as possíveis verificações.

Figura 7



Primeiro fluxograma realizado para o projeto.

Fonte: Acervo da equipe.

O fluxo começa com o módulo sendo iniciado. Em seguida, o módulo se conecta à rede WiFi disponível. Uma vez conectado, ele entra em um loop contínuo de coleta de dados, especificamente temperatura e umidade. Durante esse loop, o programa também atualiza os protocolos HTTP e SNMP com os dados mais recentes obtidos. Enquanto tudo isso está acontecendo, o tempo é contabilizado para poder registrar os dados juntamente com o tempo em que foram obtidos. Esse processo de coleta, atualização de protocolos e registro de dados continua em um ciclo contínuo enquanto o programa estiver em execução.

No fluxograma acima, definimos a base do que gostaríamos de realizar. Como seria necessário coletar dados de temperatura e umidade, foi pensado na criação e desenvolvimento de um *hardware* para esse objetivo. O módulo como um todo se baseia em um microcontrolador e um sensor de temperatura. Os dois em conjunto, coletam os valores do sensor, traduzem a partir do código para o valor da temperatura e umidade, e registram no microcontrolador, fornecendo esses dados em variáveis para uso em qualquer fonte de obtenção.

Com o princípio de *hardware* e funcionamento em mente, definimos os equipamentos a ser usados, contando também a forma que seriam programados e gerenciados os dados.

Para o microcontrolador, definimos o modelo NodeMCU ESP8266 como placa de desenvolvimento, por ser de maior custo-benefício e com todas as funcionalidades básicas que precisaríamos.

O NodeMCU ESP8266 é uma placa de desenvolvimento compacta e poderosa, sendo

amplamente utilizada para prototipagem e criação de projetos em IoT. Possui processador de 32 bits, conexão WiFi, 11 pinos digitais, conversor analógico-digital e suporte à Lua e Arduino IDE, que será nosso meio de programação e codificação do projeto, se baseando na linguagem C para o processamento das funções, coletando os valores das portas lógicas analógicas-digitais, incluindo bibliotecas de código para a geração do *firmware* (*software* que controla o funcionamento do dispositivo) em código binário, interpretado facilmente pelo NodeMCU.

Para a coleta de dados da temperatura e umidade, realizamos pesquisas sobre diferentes modelos e especificações. Optamos pelo modelo DHT22, também conhecido como AM2302, sendo amplamente utilizado para medir temperatura e umidade com precisão. Ele possui um elemento sensor embutido que utiliza um termistor para medir a temperatura ambiente e um sensor de umidade capacitivo para medir a umidade relativa do ar. Com uma faixa de medição de temperatura de -40 °C a 80 °C e uma faixa de medição de umidade de 0% a 100%.

O sensor DHT22 é conhecido por sua alta precisão e baixa sensibilidade a variações de tensão. Ele é capaz de fornecer leituras estáveis e confiáveis mesmo em ambientes com flutuações de temperatura e umidade. Além disso, o sensor é fácil de usar, por requerer apenas um único pino de dados para comunicação com microcontroladores ou placas de desenvolvimento.

Além do baixo custo, uma das vantagens é um circuito interno responsável por calibrar automaticamente a medição dos sensores, reduzindo o projeto as falhas e possíveis erros, tendo somente a utilização a partir do código desenvolvido.

Durante os *brainstorms* da equipe, definimos os equipamentos de *hardware* a serem utilizados, assim como o código a ser desenvolvido. Para isso, precisamos definir um meio de obter esses dados do módulo. Definimos as principais obtenções por protocolos mundialmente conhecidos em dispositivos de telecomunicação, HTTP e SNMP. A partir dos protocolos, podemos consultar e extrair o último valor das variáveis, onde foram salvos os dados obtidos e calculados pelo ESP em conjunto com o DHT22.

Após realizarmos leves modificações na base que definimos durante o *brainstorm* com o fluxograma, iniciamos o processo de desenvolvimento do módulo. Com todos os componentes e materiais em mãos, demos início aos testes e experimentações com os códigos. Nossa abordagem consistia em desenvolver um trecho de código de cada vez, a fim de garantir uma depuração eficiente e encontrar possíveis problemas logo no início.

Durante os testes, cada trecho de código era cuidadosamente escrito, levando em consideração as especificações e funcionalidades necessárias. Em seguida, procedíamos à compilação do código, verificando se não havia erros de sintaxe ou incompatibilidades. A etapa de compilação era crucial

para identificar qualquer problema antes de prosseguir com a próxima fase do desenvolvimento.

Uma vez que o trecho de código era compilado sem erros, avançávamos para a fase de gravação do código no ESP8266. Utilizávamos um gravador apropriado para transferir o código para a placa de desenvolvimento, incluído no pacote de desenvolvimento para Arduino IDE.

Figura 8



Trecho inicial de código para firmware do módulo com ESP8266.

Fonte: Acervo da equipe.

Ao finalizar a gravação do código, realizávamos testes práticos com o módulo para verificar se as funcionalidades planejadas estavam sendo executadas conforme o esperado. Analisávamos os resultados, observando a coleta de dados de temperatura e umidade, assim como a atualização dos protocolos HTTP e SNMP. Qualquer problema ou inconsistência encontrada era imediatamente avaliado e ajustes eram realizados no código, garantindo a eficiência e a qualidade do módulo.

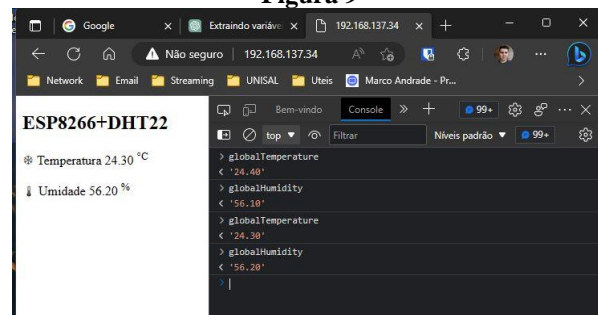
Esse processo de desenvolvimento iterativo, com testes e ajustes contínuos, permitia que progredíssemos gradativamente na implementação do módulo, assegurando que cada parte do código fosse corretamente integrada e funcionasse harmoniosamente com as demais.

Durante o desenvolvimento do código, sentíamos a necessidade de alterar alguns parâmetros para os testes de funcionamento ou de funções, sem perder algum por meio de diversas linhas de código. Para isso, referenciamos os parâmetros em variáveis, definindo-as ao início do código, facilitando a alteração dos

valores, como por exemplo os parâmetros de conexão WiFi (com SSID e senha, conexão com endereço IP, Gateway, e até mesmo DNS).

Como referenciado anteriormente, optamos pelo uso dos protocolos HTTP e SNMP para obtenção dos dados gerados. Em meio aos testes, geramos um HTML como extração das variáveis, mostrando em uma página *web* ou em dados brutos do acesso.

Figura 9

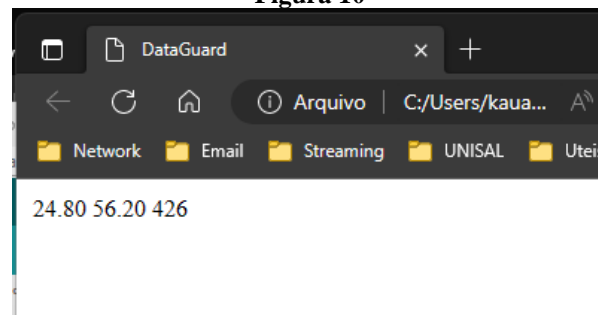


Primeiro teste de obtenção dos dados, por meio de um simples HTML.

Fonte: Acervo da equipe.

Quando estabelecemos o meio de obter os dados pelo HTTP, finalizamos o trecho do código simplificando um pouco mais do código em HTML, deixando somente o necessário para o correto funcionamento.

Figura 10



Último teste de obtenção dos dados, por meio de um simples HTML, formatado em tabela.

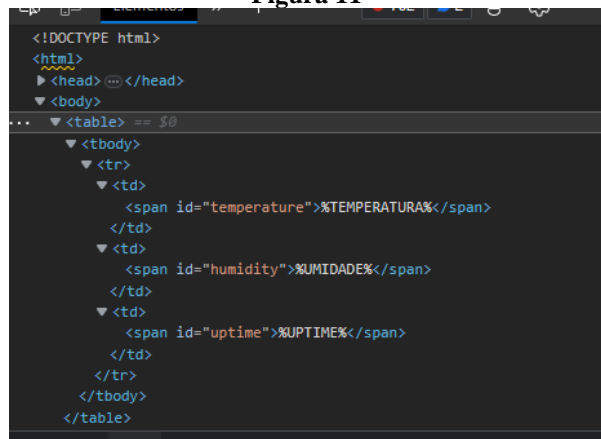
Fonte: Acervo da equipe.

Inicialmente, durante a fase de planejamento, identificamos a necessidade de simplificar o formato de dados que seriam utilizados pela ferramenta de *dashboard*, o *Power BI*. Como a obtenção dos dados seria realizada por meio de acesso *web* (HTTP), decidimos focar na simplificação do formato HTML. Ao longo do processo de desenvolvimento, dedicamos tempo e esforço para criar diversas versões do HTML, visando encontrar a solução mais eficiente e funcional. Durante essa exploração, uma importante descoberta foi realizada: a exposição dos dados em uma tabela de HTML facilitaria consideravelmente a extração final dos dados.

Ao adotar essa abordagem de uma tabela de HTML com uma linha e três colunas, conseguimos simplificar

ainda mais o processo de obtenção dos dados, eliminando a necessidade de estruturas complexas e redundantes. Essa otimização trouxe ganhos em termos de eficiência e desempenho.

Figura 11



Trecho inicial de código para HTML do módulo com ESP8266 inicializado em HTTP.

Fonte: Acervo da equipe.

Durante as etapas de configuração e preparação para a extração de dados no *Power BI*, nos deparamos com um desafio significativo devido à falta de conhecimento profundo da ferramenta. Isso resultou em atrasos significativos em nosso processo.

Apesar das dificuldades, conseguimos realizar a extração dos dados provenientes do módulo ESP utilizando o *Power BI*, através de solicitações HTTP. Ao formular o HTML como uma tabela, o *Power BI* teve o poder de identificar automaticamente o formato dos dados e realizar a sua importação de forma adequada.

No entanto, é importante ressaltar que o *Power BI*, em essência, é uma plataforma projetada para transformar, analisar e visualizar dados de forma interativa e intuitiva. Portanto, não é possível utilizá-lo como uma solução completa para população e gerenciamento de um banco de dados.

Infelizmente, encontramos um obstáculo significativo na população de dados históricos. Embora fosse possível obter a última coleta disponível pelo módulo e exibi-la no *Power BI*, não conseguimos armazenar esses dados de forma a construir um histórico completo. Isso limitou a nossa capacidade de realizar análises retrospectivas e explorar tendências ao longo do tempo.

Figura 12

	temperatura	umidade
1	25.30	61.60

Obtenção inicial de dados por meio do Power BI.

Fonte: Acervo da equipe.

Essa restrição nos levou a explorar soluções alternativas para a população e gerenciamento de dados históricos. Precisamos buscar outras ferramentas ou abordagens que nos permitam capturar e armazenar as informações coletadas pelo módulo de forma estruturada e acessível.

Deixamos a coleta por HTTP para geração de relatórios para outro momento, já que não havia muito tempo para o desenvolvimento do projeto. Colocamos em aplicação o uso do protocolo SNMP (*Simple Network Management Protocol*), que fornece os dados para *softwares* que coletam e registram. Como o protótipo não possuía uma base de desenvolvimento a partir de algo já existente, não possuíamos as bibliotecas de código, chamadas de MIB OID, então optamos por gerar OIDs aleatórias e genéricas, servindo de referência para a busca de dados por meio do servidor (utilizando o método *Walk* e *Trap*, do SNMP).

Figura 13

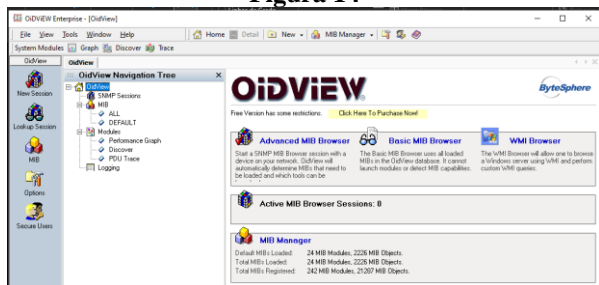


Trecho de código de inicialização da biblioteca SNMPAgent e definição de OID, para firmware do módulo com ESP8266.

Fonte: Acervo da equipe.

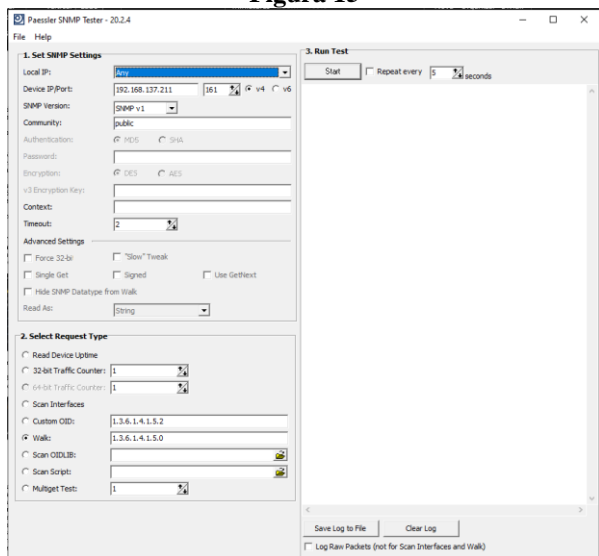
Realizamos diversos testes com obtenção de informação por meio do SNMP, utilizando *softwares* diversos de teste desse protocolo. Dentre eles, utilizamos 2 *softwares* na maioria dos testes, *OidView* e *Paessler SNMP Tester*.

Figura 14



Fonte: www.oidview.com

Figura 15



Fonte: www.paessler.com

Com eles, rastreamos o dispositivo em busca de mais informações para o desenvolvimento do código, além do teste das OID em busca das variáveis informadas após a coleta do sensor.

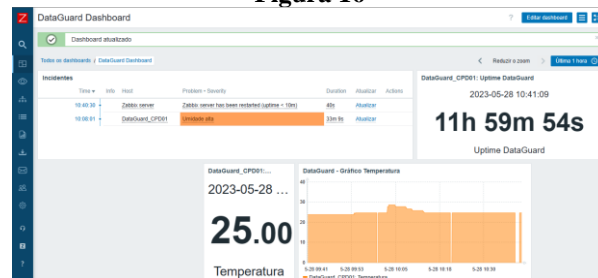
Para fins de apresentação, mantivemos somente 3 principais OID, sendo umidade, temperatura e *uptime* (tempo de funcionamento do módulo), deixando para um futuro desenvolvimento as outras, com mais informações sobre o dispositivo.

Com o *trap* de informações do SNMP em funcionamento, partimos para a implantação do *Zabbix*. *Zabbix* é uma plataforma de monitoramento de rede e sistemas de código aberto, projetada para monitorar e rastrear o desempenho de infraestruturas de TI. Ele fornece uma ampla gama de recursos para coletar dados de dispositivos, servidores, aplicativos e serviços em tempo real, permitindo que os administradores de sistemas detectem problemas, acompanhem o desempenho e tomem ações corretivas quando necessário.

Realizamos a implantação do servidor *Zabbix* por meio do Linux, instalado em um dos notebooks da equipe. Como pensamos na apresentação do projeto, simulando o uso final do módulo, a partir dessa fase, utilizamos um pequeno AP (*Access Point*), conhecido popularmente como roteador. Configuramos uma rede

WiFi nele, mantendo endereços de IP fixos, para facilitar o uso durante os testes.

Figura 16



Dashboard em preparação, por meio do Zabbix.

Fonte: Acervo da equipe.

A implantação do *Zabbix* e a criação do *host* chamado *DataGuard* foram etapas cruciais para o monitoramento eficiente do ambiente de *data center*. Com a utilização dessa poderosa ferramenta de monitoramento, tornou-se possível obter informações valiosas sobre o desempenho, a disponibilidade e a integridade dos sistemas críticos.

O primeiro passo foi configurar o *host DataGuard* no *Zabbix*, o que permitiu estabelecer uma conexão direta com o dispositivo de monitoramento. Com essa conexão estabelecida, o *Zabbix* foi capaz de coletar e processar dados em tempo real sobre os indicadores-chave de desempenho do *DataGuard*.

Para garantir uma visão completa do ambiente de *data center*, foram adicionados itens de monitoramento essenciais ao *host DataGuard*. Esses itens incluíram o monitoramento de *uptime*, temperatura e umidade. O monitoramento do *uptime* permitiu verificar o tempo de disponibilidade do dispositivo, enquanto a monitoração da temperatura e umidade foram fundamentais para garantir que o ambiente operacional estivesse dentro dos parâmetros adequados.

Com o *host DataGuard* devidamente configurado e os itens de monitoramento estabelecidos, foi possível coletar dados em tempo real e gerar notificações de alerta sempre que ocorressem eventos indesejados ou problemas potenciais. Esses alertas ajudaram a equipe de operações a identificar e solucionar problemas rapidamente, evitando interrupções e minimizando o impacto nos serviços.

Figura 17

Incidentes				
Time	Info	Host	Problem - Severity	Duration
10:46:22		DataGuard_CPD01	Temperatura alta	26s
10:08:01		DataGuard_CPD01	Umidade alta	38m 47s

Incidentes gerados durante os testes do módulo em integração com o Zabbix.

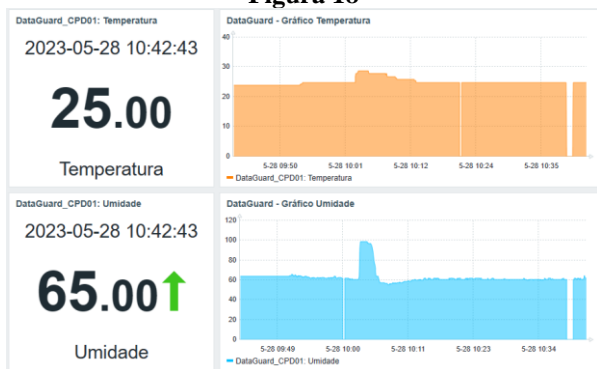
Fonte: Acervo da equipe.

Além disso, uma das principais vantagens do *Zabbix* é a capacidade de criar *dashboards* personalizadas para análise dos dados coletados. Com base nisso, foi

desenvolvida uma *dashboard* exclusiva para o módulo *DataGuard*, visando facilitar a visualização e a interpretação dos dados gerados pelo *host*.

A *dashboard* do *DataGuard* proporcionou uma visão consolidada das métricas monitoradas, permitindo à equipe de TI identificar tendências, detectar problemas recorrentes e realizar análises aprofundadas do desempenho do sistema. Com essa análise mais detalhada, foram tomadas decisões informadas sobre otimizações, ajustes e melhorias necessárias para manter o ambiente de *data center* em pleno funcionamento.

Figura 18



Dados sendo coletados a partir do Zabbix.

Fonte: Acervo da equipe.

Após a implantação do *Zabbix* e a coleta dos dados mencionados anteriormente, foi necessário extrair essas informações para realizar análises mais avançadas e elaborar relatórios para alimentar algoritmos de inteligência artificial e *machine learning* (aprendizado de máquina). Para isso, utilizamos o *Power BI* em conjunto com o acesso ao banco de dados *Postgres*, onde as informações do *Zabbix* estavam armazenadas.

O acesso ao banco de dados *Postgres* permite obter os dados coletados pelo *Zabbix* de forma direta e eficiente. Utilizando as ferramentas disponíveis no *Power BI*, realizamos a conexão com o banco de dados e importamos os dados relevantes para análise. Esse processo proporcionou a obtenção de um conjunto de dados completo e atualizado, essencial para a tomada de decisões embasadas em informações precisas.

Uma das maiores vantagens do *Power BI* é sua capacidade de visualização de dados avançada e flexível. Utilizando os dados extraídos do *Zabbix*, desenvolvemos relatórios personalizados no *Power BI*, focados na análise de desempenho, tendências e anomalias do ambiente de *data center* monitorado pelo *host*.

Esses relatórios gerados no *Power BI* permitem uma visualização clara e concisa dos dados coletados, proporcionando *insights* valiosos para a equipe de TI. Por exemplo, ao analisar a temperatura e a umidade ao longo do tempo, é possível identificar padrões e detectar comportamentos anormais que poderiam indicar falhas iminentes ou necessidade de ajustes no sistema de refrigeração.

Além disso, os relatórios elaborados no *Power BI* podem ser essenciais para alimentar algoritmos de inteligência artificial e *machine learning*. Com base nos dados históricos coletados e na análise realizada, podemos treinar modelos preditivos capazes de identificar padrões de comportamento, antecipar falhas e recomendar ações corretivas, ou até mesmo, a economia de energia, realizando testes automáticos e verificando as possibilidades de diminuição da potência ou até mesmo o desligamento completo da solução refrigeradora de ar, podendo por exemplo, ter o desligamento do refrigerador de ar durante as noites.

Essa integração entre o *Power BI*, o *Zabbix* e o banco de dados *Postgres* permite uma abordagem mais avançada para o monitoramento do ambiente de *data center*. Com a utilização de técnicas de inteligência artificial e *machine learning*, é possível aprimorar a eficiência operacional, prever problemas antes que eles ocorressem e otimizar a utilização dos recursos disponíveis, sendo um aprimoramento a ser realizado num futuro do projeto.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O projeto *DataGuard* foi desenvolvido com o objetivo de resolver a problemática do monitoramento da temperatura e umidade em *data centers*. Com o crescente aumento da demanda por serviços digitais e a importância crítica dos *data centers* para diversas indústrias, é essencial garantir condições ideais de funcionamento para evitar falhas nos equipamentos de TI e minimizar riscos de perda de dados. Nesse contexto, o *DataGuard* propõe uma solução inovadora que utiliza a tecnologia da Internet das Coisas (IoT) para monitorar em tempo real as condições ambientais desses ambientes críticos.

Os resultados obtidos com a implementação do projeto *DataGuard* são altamente relevantes para a área de Tecnologia da Informação (TI) e trazem contribuições significativas para a sociedade, a ciência, a tecnologia, a universidade em que foi realizado e o grupo de pesquisa envolvido. A solução desenvolvida mostrou-se eficiente no monitoramento contínuo da temperatura e umidade dos *data centers*, proporcionando um controle mais preciso das condições ambientais.

A plataforma IoT implementada no projeto permite que os dados de temperatura e umidade sejam coletados em tempo real, transmitidos para um servidor central e processados por meio de algoritmos inteligentes. Esses algoritmos são capazes de identificar padrões e anomalias nas condições ambientais, gerando alertas e avisos automáticos em caso de variações inadequadas. Dessa forma, os gestores dos *data centers* podem tomar ações preventivas ou corretivas imediatas para garantir o bom funcionamento dos equipamentos.

Além disso, a solução proposta no projeto *DataGuard* também possibilita o controle remoto do ambiente de refrigeração dos *data centers*. Com base

nos dados coletados e nas análises realizadas, é possível ajustar as configurações dos sistemas de refrigeração de forma precisa e eficiente, mantendo as condições ideais para o funcionamento dos equipamentos de TI. Essa capacidade de controle remoto é especialmente valiosa, pois permite a tomada de decisões rápidas mesmo em situações em que os gestores não estão fisicamente presentes nos *data centers*.

A aplicação prática do projeto *DataGuard* tem impactos diretos na eficiência operacional dos *data centers*, contribuindo para a redução de custos com energia elétrica, o aumento da vida útil dos equipamentos de TI e a prevenção de falhas críticas. Além disso, ao assegurar o funcionamento ideal dos *data centers*, o projeto também auxilia na garantia da continuidade dos serviços digitais oferecidos por empresas e instituições, evitando interrupções que poderiam resultar em prejuízos financeiros e danos à reputação.

Para facilitar a compreensão dos resultados obtidos, foram elaborados gráficos e relatórios, a partir do *Zabbix* e *Power BI*, que ilustram a variação da temperatura e umidade ao longo do tempo, bem como os alertas e avisos gerados em situações anormais. Esses recursos visuais permitem uma visualização clara das tendências e eventuais problemas identificados, facilitando a interpretação dos dados pelos gestores e equipes técnicas.

A aplicação prática do *DataGuard* permite o controle contínuo das condições ambientais, a geração de alertas automáticos e o controle remoto do ambiente de refrigeração dos *data centers*. Essa abordagem contribui para a otimização do funcionamento dos equipamentos de TI, reduzindo custos, aumentando a eficiência operacional e prevenindo falhas críticas.

Portanto, o projeto *DataGuard* representa um avanço significativo na área de monitoramento de *data centers* e tem potencial para impactar positivamente a indústria de TI como um todo, desde a diminuição de incidentes e downtimes, até a diminuição de custos financeiros.

V. CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos e considerando os objetivos do projeto *DataGuard*, podemos inferir as seguintes conclusões:

Viabilidade da solução proposta: O desenvolvimento e implementação do protótipo do *DataGuard* demonstraram a viabilidade técnica da solução proposta para o monitoramento da temperatura e umidade em *data centers*. A utilização da tecnologia IoT permitiu a coleta em tempo real dos dados ambientais, enquanto os algoritmos inteligentes possibilitaram a detecção de anomalias e a geração de alertas, contribuindo para a manutenção das condições ideais de funcionamento dos equipamentos de TI.

Contribuição para a área de TI: O projeto *DataGuard* apresenta uma contribuição significativa

para a área de Tecnologia da Informação (TI). Ao proporcionar um monitoramento contínuo e eficiente da temperatura e umidade nos *data centers*, a solução ajuda a prevenir falhas nos equipamentos, reduzir custos operacionais e garantir a disponibilidade dos serviços digitais oferecidos pelas empresas. A tecnologia IoT e o controle remoto do ambiente de refrigeração mostraram-se ferramentas promissoras para aprimorar a eficiência e a segurança dos *data centers*.

Limitações do protótipo e necessidade de testes mais abrangentes: É importante ressaltar que o protótipo desenvolvido no projeto *DataGuard* foi concebido para fins de teste e apresentação, não tendo sido submetido a testes profundos em um ambiente real de *data center*. Portanto, apesar dos resultados promissores obtidos, é necessário realizar testes mais abrangentes e rigorosos para avaliar a eficácia e a confiabilidade da solução em um contexto operacional real. Esses testes adicionais permitirão a validação do projeto e a identificação de possíveis ajustes ou melhorias necessárias.

Potencial de expansão e aprimoramento: Com base nos resultados e nas análises realizadas, vislumbra-se um potencial de expansão e aprimoramento do projeto *DataGuard*. A utilização de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e aprendizado de máquina, poderia agregar ainda mais valor à solução, permitindo a detecção antecipada de problemas e a tomada de decisões automatizadas. Além disso, o projeto pode ser adaptado para diferentes ambientes críticos, além dos *data centers*, como laboratórios, hospitais e indústrias, ampliando seu impacto e utilidade.

Relevância para a sociedade e a ciência: O monitoramento adequado da temperatura e umidade em *data centers* desempenha um papel crucial na preservação da integridade dos dados e na garantia da continuidade dos serviços digitais. O projeto *DataGuard* contribui para a segurança e a confiabilidade desses ambientes, promovendo benefícios para a sociedade como um todo. Além disso, a pesquisa realizada no âmbito desse projeto colabora com o avanço científico e tecnológico, explorando a aplicação da IoT e algoritmos inteligentes em um contexto relevante.

Em suma, o projeto *DataGuard* demonstrou que a utilização da tecnologia IoT para o monitoramento da temperatura e umidade em *data centers* é uma abordagem promissora e com potencial para contribuir significativamente para a área de TI. Apesar das limitações do protótipo, os resultados obtidos indicam a eficácia da solução proposta. Os próximos passos envolvem a realização de testes mais abrangentes e o aprimoramento da solução, considerando seu potencial de expansão e impacto positivo na sociedade, na ciência e na tecnologia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR14565: Cabeamento estruturado para edifícios comerciais. 2019.

A relação entre Ar-Condicionado e Data Centers - WebArCondicionado. Disponível em: <<https://www.webarcondicionado.com.br/a-relacao-entre-ar-condicionado-e-data-centers>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

AOSONG ELECTRONICS CO.,LTD. DHT22 (DHT22 also named as AM2302). www.sparkfun.com: Sparkfun, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>>.

APC BRASIL. | APC Loja. Disponível em: <<https://www.apcloja.com.br/Acessorios-Para-Rack/c/31/>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

ARDUINO. Arduino . Disponível em: <<https://www.arduino.cc/>>.

BYTESPHERE. IT Management Network Management Software - Oidview IT Management Tools. Disponível em: <<http://www.oidview.com/>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

Centro de processamento de dados. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Centro_de_processamento_de_dados>.

CLOUDFLARE, INC. Cloudflare Brasil Proteção na nuvem. Disponível em: <<https://www.cloudflare.com/pt-br/>>.

CORRÊA, H. Eficiência energética em Data Centers. Porque este assunto é uma batalha interminável? Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/efici%C3%A2ncia-energ%C3%A9tica-em-data-centers-porque-este-assunto-corr%C3%A2a>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

DE BARCELLOS MENEZES, I. A INFLUÊNCIA DO DCIM NA MELHORIA DA CLIMATIZAÇÃO DE UM DATA CENTER. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4021/1/Artigo%20cientifico-Igor%20de%20barcellos%20menezes.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

DRIEMEYER, R. PROJETO DE MELHORIA DE DATA CENTER COM ÊNFASE EM INFRAESTRUTURA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA . Disponível em: <<https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/e272ccbc-4678-4522-803d-57e34a86d315/content>>. Acesso em: 2 maio. 2023.

ENRICO PASTI ALTRAN, K. kauaenrico/PROJETO-3SEMESTRE-ENG_COMPUTACAO. Disponível em: <https://github.com/kauaenrico/PROJETO-3SEMESTRE-ENG_COMPUTACAO>. Acesso em: 29 maio. 2023.

ESP8266 Overview | Espressif Systems. Disponível em: <<https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266>>.

HELERBROCK, R. Efeito Joule: o que é, fórmulas, exercícios. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/o-efeito-joule-suas-aplicacoes.htm>>.

Módulo WiFi ESP8266 NodeMcu v3 - Lolin. Disponível em: <<https://www.eletragate.com/modulo-wifi-esp8266-nodemcu-v3-lolin>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

Os diferentes tipos de climatização para data centers e a que demandas atendem. Disponível em: <<https://www.pisoflex.com.br/os-diferentes-tipos-de-climatizacao-para-data-centers-e-a-que-demandas-atendem/>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

PAESSLER. Paessler AG - The Monitoring Company - Producer of PRTG. Disponível em: <<https://www.paessler.com/>>.

ROBOCORE. Como programar o NodeMCU com Arduino IDE. Disponível em: <<https://www.robocore.net/tutoriais/como-programar-nodemcu-arduino-ide>>.

SAMSUNG. Ar-condicionado Inverter e Wind Free | Samsung Brasil. Disponível em: <<https://www.samsung.com/br/air-conditioners/>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

SAUER, F. Resumo ABNT 14565:2013. Disponível em: <https://www.fredsauer.com.br/Cabling_14565_2013.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2023.

SEIXAS SOARES, A. et al. SNMP - Redes de Computadores I. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/snmp/index.htm>. Acesso em: 5 out. 2022.

Sensor de Umidade e Temperatura DHT22 / Am2302. Disponível em: <<https://www.eletragate.com/sensor-de-umidade-e-temperatura-dht22-am2302>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

SOUZA FIRMINO, G. Estudo de caso: adequação do sistema de condicionamento de ar da sala de

monitoramento de um Data Center e análise da eficiência energética do chiller com alteração do setpoint de água gelada. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28501/1/2020_GabrielSouzaFirmino_tcc.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2023.

teleco.com.br. Disponível em: <https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialgmredes2/pagina_2.asp>. Acesso em: 29 maio. 2023.

Você sabe o que é “As a Service”? – LowCost. Disponível em: <<https://www.lowcost.com.br/2021/04/06/voce-sabe-o-que-e-as-a-service/>>.

WHIMSICAL. Whimsical: The Visual Workspace. Disponível em: <<https://whimsical.com/>>.

ZABBIX LLC. Zabbix:: The Enterprise-Class Open Source Network Monitoring Solution. Disponível em: <<https://www.zabbix.com/>>.

GITLIN, J. M. Data center disaster disrupts Delta Air Lines. Disponível em: <<https://arstechnica.com/information-technology/2016/08/data-center-disaster-disrupts-delta-airlines/>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

Incêndio destrói data center da OVH, maior hosting da Europa | CISO Advisor. Disponível em: <<https://www.cisoadvisor.com.br/incendio-destroi-data-center-da-ovh-maior-hosting-da-europa/>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

MOSS, S. Delta Air Lines cancels, grounds flights due to a systems outage. Disponível em: <<https://datacenternews.asia/story/ceo-apologises-following-delta-airlines-data-center-outage>>.

REDAÇÃO. Incêndio destrói servidores na maior empresa de serviços de computação em nuvem da Europa. Disponível em: <<https://forbes.com.br/forbes-tech/2021/03/incendio-destroi-servidores-na-maior-empresa-de-servicos-de-computacao-em-nuvem-da-europa/>>. Acesso em: 29 maio. 2023.

WILLIAMS, S. CEO apologises following Delta Airlines data center outage. Disponível em: <<https://datacenternews.asia/story/ceo-apologises-following-delta-airlines-data-center-outage>>. Acesso em: 29 maio. 2023.