



MONITORAMENTO INTELIGENTE DA QUALIDADE DO AR PARA AMBIENTES DE TRABALHO REMOTO

Bruna M. O. S. Cordeiro^{*1,2}, Daniel S. Oliveira², Fabrycio L. N. Almada² e Carlos R. da S. Junior²

¹Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás

²Instituto Federal de Goiás (IFG) - Campus Goiânia - Especialização em Telecomunicações: Prédios Inteligentes

Resumo - Em uma empresa, vários fatores são verificados e monitorados para manter a saúde ocupacional dos funcionários. Quando o ambiente de trabalho é alterado para o trabalho remoto, ou seja, feito na casa do funcionário, torna-se complexo para a empresa ter conhecimento se as condições do ambiente previstas em legislação estão sendo seguidas. Em virtude disso, é necessário que haja um sistema que possa realizar o monitoramento adequado nesses ambientes. Desse modo, este trabalho apresenta o sistema SHO (Smart Home Office) que consiste em uma solução IoT para o monitoramento da qualidade do ar em ambientes de trabalho remoto.

Palavras-Chave- Internet das Coisas, Monitoramento, Qualidade do Ar, Saúde Ocupacional

INTELLIGENT AIR QUALITY MONITORING FOR REMOTE DESKTOP ENVIRONMENTS

Abstract - In a company, several factors are checked and monitored to maintain the occupational health of employees. When the work environment is changed to remote work, that is, done at the employee's home, it becomes complex for the company to have access if the local conditions in legislation are being followed. As a result, there needs to be a system that can adequately monitor these environments. Thus, this work presents the SHO (Smart Home Office) system, which consists of an IoT solution for monitoring air quality in remote work environments.

Keywords - Air Quality, Internet of Things, Monitoring, Occupational Health

I. INTRODUÇÃO

Em virtude da pandemia mundial causada pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2), o isolamento social foi implantado em praticamente todos os países ao redor do mundo [2]. Todos os setores tiveram que se adaptar para continuar mantendo a economia ativa. E com isso, boa parte das empresas aderiram ao regime de trabalho remoto, ou seja, ao *home office* que

na prática, nada mais é que o profissional ter uma estrutura na própria residência para realizar suas tarefas de trabalho como se estivesse alocado na empresa.

O *home office* não desobriga as empresas de cumprirem o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO). As adaptações na residência do funcionário precisam ser realizadas para garantir a saúde ocupacional. O intuito é garantir o bem-estar dos colaboradores, a boa produtividade de todos e diminuir ocorrências médicas e até trabalhistas [12].

A constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS) apresenta diretrizes relacionadas à saúde ocupacional em locais de trabalho. O artigo 2º inclui promover melhoria das condições internas e aspectos relacionados à higiene ambiental. De acordo com um estudo publicado no *site* da OMS, pessoas economicamente ativas passam, em média, cerca de um terço de seu tempo no local de trabalho, sendo que problemas de saúde relacionados ao trabalho resultam em uma perda econômica de 4-6% do PIB para a maioria dos países [1].

O Ministério do Trabalho, através da norma regulamentadora número 17 (NR 17) que trata sobre ergonomia, estabelece parâmetros que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar um máximo de conforto, segurança e desempenho eficiente [10].

A NR 17 estipula que as condições ambientais de trabalho devem estar adequadas às características psicofisiológicas dos trabalhadores e à natureza do trabalho a ser executado. Os níveis dos parâmetros estabelecidos, ao qual deve-se estar atento, para ter condições de conforto adequadas, são de ruído, iluminação, ventilação, umidade e temperatura. Os parâmetros podem ser monitorados utilizando soluções IoT (Do inglês, *Internet of Things*) [6], compostas por sensores responsáveis por fazer a leitura do ambiente.

Com a finalidade de auxiliar as empresas quanto ao atendimento à NR 17, este trabalho apresenta a proposta de um solução IoT para monitoramento da qualidade do ar no ambiente de trabalho remoto, denominado sistema SHO (Smart Home Office). O propósito é permitir que a empresa possa acompanhar a qualidade do ar no ambiente de trabalho do funcionário, ou seja, na casa do funcionário, de modo que seja

*brunacordeiro@inf.ufg.br

possível a tomada de medidas preventivas e corretivas a fim de evitar problemas de saúde que eventualmente a má qualidade do ar do ambiente podem causar.

Este artigo apresenta um protótipo inicial desenvolvido especificamente para o monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar. À vista disso, sensores específicos são acoplados à uma placa de prototipagem que envia os dados coletados para a nuvem onde são armazenados, processados e disponibilizados em uma aplicação *web* na qual tanto a empresa quanto o funcionário poderão acompanhar e receber notificações personalizadas sobre os dados coletados.

A seção II apresenta o referencial teórico necessário para o desenvolvimento do protótipo, indicando as tecnologias e ferramentas necessárias, além dos trabalhos relacionados para fins de comparação com a proposta apresentada neste artigo. A metodologia está presente na seção III e indica todos os passos que foram tomados na construção, implementação e teste do protótipo. Os resultados estão disponíveis na seção IV e por fim, na seção V é possível encontrar a conclusão e os trabalhos futuros.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os principais conceitos necessários para o desenvolvimento do sistema SHO, incluindo as tecnologias e ferramentas utilizadas e o estado da arte contendo os trabalhos relacionados ao tema.

A. Qualidade do Ar Interno

As pessoas passam aproximadamente mais de 90% do tempo em ambientes internos, onde as concentrações de alguns poluentes costumam ser 2 a 5 vezes maiores do que as concentrações externas típicas [4]. Diante disso, normas e resoluções vigentes determinam tanto as condições propícias para o conforto térmico, quanto os limites de exposição para determinados poluentes que podem acarretar em malefícios para a saúde [5, 10].

Fatores como temperatura e umidade em um ambiente são diretamente relacionadas ao conforto térmico, que se adequado, proporciona maior produtividade aos ocupantes do local. Além disso, estudos mostram que valores baixos de temperatura e umidade têm sido associadas ao aumento da ocorrência de infecções do trato respiratório, por conta do aumento da sobrevivência e da eficiência de transmissão de vírus influenza [16].

A temperatura e a umidade ambiente influenciam diretamente na qualidade percebida do ar pelo ocupante do local. Ademais, a baixa umidade do ar, valores próximos a 10%, podem causar irritação sensorial, e a umidade extrema pode causar a proliferação de contaminantes biológicos como fungos e bactérias [16, 13, 17].

B. Tecnologias e Ferramentas

A Internet das Coisas proporciona aos objetos do dia-a-dia a capacidade de se conectarem à Internet. Essa conexão permite que dados de diferentes tipos, coletados por diferentes sensores, sejam transportados entre os objetos para serem processa-

dos em aplicações com infinitas funcionalidades e operações. Além disso, a conexão possibilita o controle e o gerenciamento dos objetos remotamente [6].

Diversos componentes de hardware, podem ser utilizados na construção de dispositivos IoT, como sensores, atuadores, placas de prototipagem, dentre outros. Um sensor possui a função de detectar e responder com eficiência algum estímulo, a resposta é interpretada por outros dispositivos conectados ao sensor. Enquanto um atuador, é um dispositivo que realiza uma ação no ambiente, como por exemplo um motor. A conexão dos sensores e atuadores é realizada por uma placa de prototipagem que além de permitir uma conexão adequada entre esses dispositivos, também é utilizada para implementação de processamento, armazenamento e envio dos dados coletados para aplicações externas [15].

Devido à computação em nuvem, diversos serviços estão sendo oferecidos a fim de permitir integração entre os dispositivos e as aplicações. As plataformas IoT são exemplos de serviços em nuvem que podem realizar diversas funções, dentre elas, o processamento, a análise, o armazenamento, a disponibilização dos dados para usuários finais, dentre outros. As plataformas fornecem protocolos de comunicação e/ou bibliotecas de software específicas que permitem a comunicação entre o dispositivo e a nuvem [9].

C. Estado da Arte

Os autores em [3] apresentam uma proposta de monitoramento de temperatura, umidade e concentração de dióxido de carbono (CO₂), em tempo real, de ambientes como casas e escritórios, fornecendo aos usuários um alerta precoce acerca dos parâmetros ambientais verificados. Para isso é proposto o sistema SIMS (*Smart Indoor Monitoring System*) aliado ao modelo de previsão CPT+ (*Compact Prediction Tree*), capaz de fornecer valores de previsão para o dia seguinte. O protótipo desenvolvido é composto pela NodeMCU ESP8266, pelo sensor de temperatura e umidade DHT11 e pelo sensor de CO₂ K-30. Após experimentos, foi possível concluir que o SIMS possibilita o monitoramento da qualidade do ar em tempo real.

O sistema denominado *Airsense* [7] detecta automaticamente eventos de poluição, identifica suas fontes, estima exposição pessoal ao ar poluído no ambiente fechado e sugere ações para ajudar os usuários a melhorar a qualidade do ar. O protótipo consiste na *IAQ sensing platform* que é constituída por sensores de umidade, temperatura, partículas e compostos orgânicos voláteis totais. Além dos sensores, uma placa *ethernet* do Arduino UNO é utilizada para transmissão dos dados via *Wi-Fi*. O usuário final possui acesso aos dados por meio de uma aplicação *mobile*. Ao detectar o evento de poluição a aplicação encaminha uma notificação ao usuário automaticamente. Os resultados mostraram que o *Airsense* foi capaz de detectar eventos de poluição decorridos de fumo, cozinha, inseticida em spray e suas combinações.

Por fim, em [14] os autores apresentam um sistema para controle de temperatura de baixo custo composto por um Arduino Uno, um *Shield Ethernet W5100* e mais alguns componentes discriminados a seguir: sensor LM35, um motor 5 V, um mosfet IRF840, um *buzzer* e um visor LCD 16x2. O objetivo consiste em um sistema autônomo, capaz de não apenas

monitorar a temperatura mas atuar no ambiente. A interação homem-máquina é feita através de uma página web, desenvolvida em HTML com auxílio de um módulo de Internet. Os resultados foram considerados satisfatórios, haja visto que foi possível realizar a implementação de um sistema de monitoramento de sensores via *Ethernet* de um modo econômico.

A proposta apresentada neste trabalho se difere do estado da arte pois o sistema SHO é voltado para a empresa, que por meio de uma análise das condições do ambiente de trabalho do funcionário em regime *home office*, pode tomar medidas preventivas para auxiliar na saúde ocupacional do funcionário. O dispositivo de *hardware* da proposta do trabalho é relativamente simples, pois os dados coletados são referentes a temperatura e umidade do ambiente. Porém, como trabalhos futuros é desejável o acoplamento de sensores como dióxido de carbono, monóxido de carbono, compostos orgânicos voláteis e partículas totais em suspensão.

O principal diferencial do sistema SHO é a aplicação *web* pela qual a empresa pode acompanhar a qualidade do ar no ambiente de trabalho do funcionário. As funcionalidades presentes na aplicação consistem em: agendar uma visita técnica para a manutenção preventiva e/ou corretiva dos aparelhos de climatização do ambiente; acompanhar o histórico de visitas técnicas; entrar em contato com o funcionário; gerar relatórios sobre a qualidade do ar do ambiente de trabalho do funcionário; e visualizar as estatísticas dos últimos dados coletados.

III. METODOLOGIA

O sistema SHO é uma solução IoT composta por um dispositivo de *hardware* que, por meio de sensores realiza a leitura da temperatura e umidade relativa do ar. Os dados são coletados e processados em tempo real e representam as condições térmicas do local. O dispositivo é instalado no ambiente de trabalho do funcionário que está alocado na empresa em regime *home office*. O sistema possui o intuito de auxiliar a empresa a fim de ser possível a tomada de medidas preventivas relacionadas à saúde ocupacional do trabalhador.

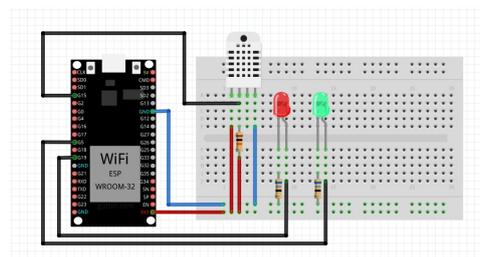
Dispositivo de *hardware*

O dispositivo utiliza o módulo sensor DHT22 integrado com um microchip embarcado que retorna as leituras de umidade relativa do ar e temperatura através de um sinal digital. Esse sensor é conectado na placa de prototipagem NodeMCU ESP32 responsável por realizar o envio dos dados coletados para uma plataforma IoT em nuvem. A Figura 1 apresenta o diagrama esquemático de ligação do sistema onde é possível notar o módulo sensor, a placa de prototipagem e os LED's (do inglês, Light-emitting Diode) utilizados para representação luminosa das condições do ambiente.

O módulo sensor DHT22 possui uma tensão de operação de 3 V a 5 V sendo que pode ser alimentado com no máximo 5,5 V em corrente contínua. A faixa de medição da umidade varia de 0% a 100% com uma precisão de $\pm 2,0\%$, enquanto a temperatura varia de -40°C a 80°C com uma precisão de \pm

$0,5^\circ\text{C}$. O tempo de resposta desse módulo é de aproximadamente 2 segundos, sendo utilizados para aplicação em tempo real ¹

Figura 1: Esquemático do Sistema SHO



A placa de prototipagem é utilizada para conexão do sensor e dos LED's, processamento dos dados e comunicação é a NodeMCU ESP32S, desenvolvida pela empresa *Espressif Systems*. Trata-se de um *chip* único de baixo custo e baixo consumo de energia desenvolvido para dispositivos móveis, eletrônicos vestíveis e aplicações IoT. Além disso, a ESP32S também possui capacidade de comunicação via *Wi-Fi* e *dual-mode Bluetooth*².

O protótipo construído possui um LED vermelho e um LED verde que representam indicações luminosas para o funcionário. Cada LED representa como está o estado da temperatura e umidade relativa do ar no local monitorado. Quando o LED vermelho está aceso, significa que os valores estão acima dos limites estabelecidos na NR-17, a saber: temperatura entre 23°C e 26°C e umidade entre 40% e 65%. Quando o LED verde está aceso, então os dados coletados estão dentro da faixa estabelecida.

Os dados coletados pelo sensor são enviados para uma plataforma IoT e em seguida são incorporados em um site onde o usuário final, ou seja, a pessoa responsável na empresa pelo acompanhamento dos funcionários, pode ter acesso ao monitoramento em tempo real e tomar as devidas decisões.

Plataforma IoT - *ThingSpeak*TM

Para o desenvolvimento desta proposta, a plataforma *ThingSpeak*TM foi definida pois permite conexão com o dispositivo de hardware de forma simplificada, possui maior usabilidade e fornece um serviço gratuito mais atrativo do que as demais. A plataforma consiste em um serviço de *middleware* capaz de agregar, visualizar e analisar fluxos de dados em tempo real. Fornece visualizações instantâneas de valores coletados pelos dispositivos de forma gráfica e permite que esses dados sejam incorporados em aplicações web.

A medida que os dados são encaminhados para a plataforma, é possível processá-los e analisá-los por meio da aplicação *MATLAB Analysis*. Utilizando esse recurso, é realizado o cálculo da média e do desvio padrão dos dados coletados pelo dispositivo de hora em hora. A definição do intervalo de tempo para o cálculo é feita por meio do recurso *TimeControl* que permite realizar ações em determinada hora ou em horários regulares. A análise é realizada de hora em hora para que haja uma visualização ampla do ambiente monitorado.

A comunicação entre o sistema SHO e a *ThingSpeak*TM

¹Datasheet DHT22: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1132459/ETC2/DHT22.html>

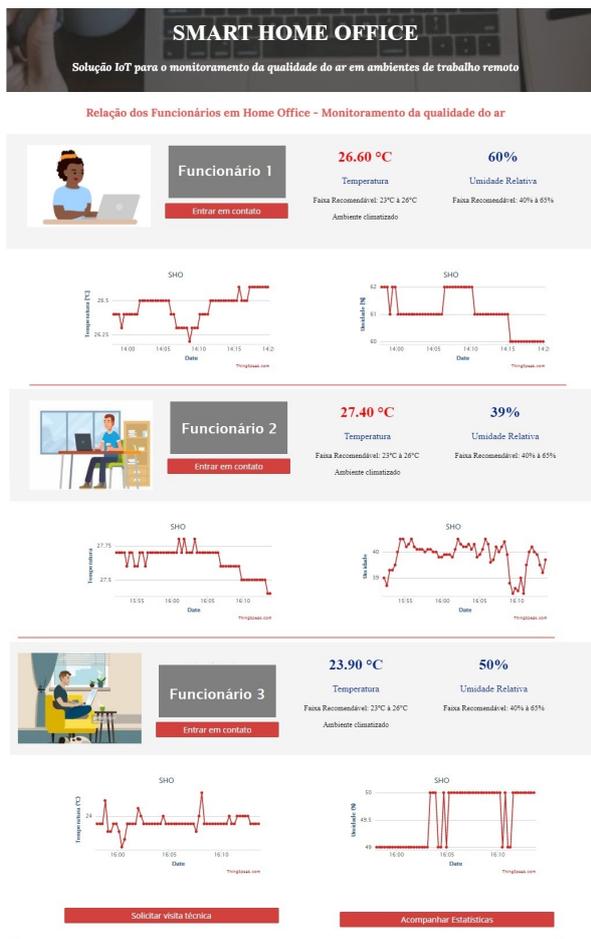
²Datasheet ESP32: <https://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/1148023/ESPRESSIF/ESP32.html>

ocorre por meio do protocolo de comunicação MQTT (Do Inglês: *Message Queue Telemetry Transport*), onde a plataforma possui disponível um *broker* ao qual o sistema SHO está conectado e realiza a publicação dos dados coletados pelo sensor. Além disso, a *ThingSpeak*TM fornece uma *tag* `<iframe>` em HTML que pode ser incorporado em uma aplicação *web*.

Aplicação web

A aplicação *web* desenvolvida para acompanhamento do monitoramento da qualidade do ar foi desenvolvida utilizando a ferramenta *Google Sites* e pode ser visualizada em: <https://sites.google.com/view/smart-home-office>.

Figura 2: Visão Geral da Aplicação Web do Sistema SHO



O foco da aplicação é permitir que a empresa possa acompanhar a qualidade do ar no ambiente de trabalho de cada funcionário em *home office*. Para tanto, é possível visualizar os dados coletados pelo dispositivo de *hardware* em tempo real, tanto de forma numérica, quanto por meio de gráficos.

Os dados apresentados são atualizados na página inicial da aplicação a cada 10 minutos, para tanto, um *script* foi definido para realizar a leitura do último valor entregue na *ThingSpeak*TM. Toda a documentação e código fonte utilizados para a elaboração da proposta apresentada neste artigo está disponível em um repositório público³.

³SHO: <https://github.com/shoifg/SHO>

⁴Smart Home Office - <https://sites.google.com/view/smart-home-office>

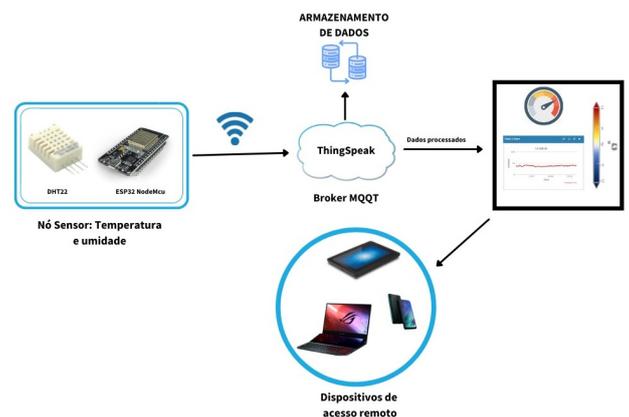
A Figura 2 ilustra de forma simplificada, a visão geral da aplicação *web* desenvolvida⁴. Os valores de temperatura e umidade visualizados de forma numérica, estão condicionados a se apresentarem na cor vermelha, sempre que os dados coletados estiverem fora dos limites estabelecidos na NR-17, e na cor azul, caso estejam dentro dos limites.

Por meio da aplicação *web*, a empresa é capaz de acompanhar de perto como está a qualidade do ar no ambiente de trabalho do funcionário, e caso seja necessário, é possível tomar medidas mais direcionadas, como por exemplo, agendar uma visita técnica para manutenção do aparelho de ar condicionado. Esse tipo de medida poderá beneficiar a saúde ocupacional do trabalhador bem como fornecer economia de energia, devido à correção do mau funcionamento do aparelho de climatização.

O objetivo principal da aplicação *web* é auxiliar a empresa na manutenção da saúde ocupacional, visto que, quando o regime de trabalho é presencial, várias medidas corretivas são realizadas a fim de manter o bem estar do funcionário e portanto, sua produtividade. Porém no regime *home office* essa prática torna-se mais complexa, pois a empresa não tem conhecimento das condições do ambiente de trabalho além de que cada funcionário está presente em uma região geográfica diferente.

A fim de propor uma solução para o problema apresentado, o sistema SHO tem o objetivo de fornecer para a empresa uma forma de realizar o monitoramento da qualidade do ar no ambiente de trabalho do funcionário. A visão geral do sistema está apresentada na Figura 3. É possível visualizar os componentes de hardware utilizados, a comunicação com o serviço de nuvem onde os dados são processados e analisados e disponibilizados em uma aplicação *web*.

Figura 3: Visão Geral do Sistema SHO



IV. RESULTADOS

A fim de validar a proposta do sistema SHO, três dispositivos foram construídos e instalados em diferentes cidades. Cada dispositivo instalado monitora a temperatura e a umidade em um ambiente que representa o local de trabalho de um funcionário de uma empresa.

Os dados apresentados nesta seção, foram coletados durante dois dias de experimentação. Essa coleta de dados teve como objetivo identificar a variação da temperatura e da umidade em cada ambiente de trabalho e analisar possíveis tomadas de decisão que poderiam trazer ao funcionário uma sensação de conforto térmico.

Os cenários de experimentação do sistema SHO estão apresentados na Tabela 1. Cada cenário - indicado por A, B e C - equivale a um ambiente físico no qual o dispositivo está instalado. Na tabela é possível verificar a cidade e o setor onde está instalado, a dimensão aproximada do ambiente em m², se o ambiente possui ou não aparelho de ar-condicionado e a quantidade de pessoas presentes no local.

Tabela 1: Características dos cenários

Cenário	Localização	Dimensão	Ar-Cond.	Pessoas
A	Região 1	3m ²	sim	2
B	Região 2	6m ²	não	1
C	Região 3	6m ²	não	1

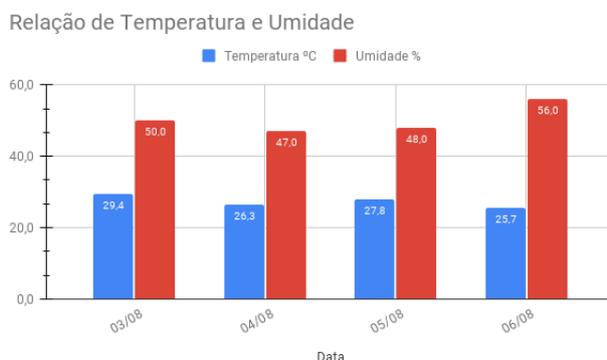
Todos os dispositivos instalados realizam a coleta dos dados no período de 03 ao dia 06 de agosto de 2021. O intervalo de envio dos valores de temperatura e umidade para a plataforma *ThingSpeak™* foi estabelecido para cada 20 segundos.

Abaixo são expostos os dados coletados apenas no primeiro cenário e logo em seguida algumas considerações são apresentadas. Vale ressaltar que os limites recomendados na NR-17 são: temperatura entre 23°C e 26°C e umidade entre 40% e 65%.

Dados do Primeiro Cenário

O gráfico presente na Figura 4 relaciona a média dos dados coletados durante todo o período de monitoramento.

Figura 4: Média dos dados coletados



A Tabela 2 apresenta os valores máximos, mínimos, a média e o desvio padrão da temperatura coletada durante o período de monitoramento. É possível notar que a temperatura assumiu valores acima do estabelecido na NR-17. A média dos dados não assume valores discrepantes, como é possível notar pelo cálculo do desvio padrão.

Tabela 2: Análise dos dados - Temperatura °C

Data	Máximo	Mínimo	Média	Desvio Padrão
03/08	30,3	27,6	29,4	0,7
04/08	30,6	25,7	26,3	1,8
05/08	28,6	23,5	27,8	1,2
06/08	27,1	24,5	25,7	0,8

A dados relacionados a umidade estão apresentados na Tabela 3. É possível notar os valores máximos e mínimos, a média e o desvio padrão. A umidade se manteve dentro do padrão estabelecido na NR-17, ou seja, entre 40% e 65%, e não houve muita variação nos valores coletados, conforme pode ser observado no resultado do desvio padrão.

Tabela 3: Análise dos dados - Umidade [%]

Data	Máximo	Mínimo	Média	Desvio Padrão
03/08	55	45	50	2,0
04/08	53	40	47	2,7
05/08	63	44	48	4,4
06/08	64	52	56	3,1

V. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou a construção, avaliação e protótipo do sistema SHO (Smart Home Office). Uma solução IoT inteligente para o monitoramento das condições ambientais no local de trabalho remoto de funcionários de uma empresa. O sistema foi instalado em três cenários distintos e foi capaz de monitorar a temperatura e a umidade relativa do ar. Os dados foram encaminhados para uma plataforma IoT em nuvem, e posteriormente, processados e armazenados. Por fim, os dados analisados foram centralizados em uma aplicação *web* na qual a empresa tem acesso.

A aplicação *web* disponibilizada é composta por várias funcionalidades que se mostram de grande valia, visto que, a empresa além de consultar as estatísticas dos últimos dados coletados, também pode agendar uma visita técnica para o funcionário de modo a realizar uma manutenção preventiva nos aparelhos de climatização. Esse tipo de manutenção traz inúmeros benefícios à saúde do funcionário, além de prevenir gastos futuros devido ao mau funcionamento dos equipamentos [11].

Os dados apresentados nas Tabelas 2, 3 mostram que é possível propor medidas preventivas que venham trazer ao funcionário da empresa uma sensação de bem estar, visto que, o conforto térmico adequado em um ambiente tem maior influência na produtividade [8].

Futuramente está proposto a inclusão de novos sensores para monitoramento de dióxido de carbono, monóxido de carbono, compostos orgânicos voláteis e partículas totais em suspensão. Além disso, é desejável que haja um estudo sobre a viabilidade de se monitorar a poluição sonora e luminância no ambiente. Dessa forma, a solução proposta neste trabalho pode atender a todos os critérios exigidos nas resoluções vigentes [5, 10].

REFERÊNCIAS

- [1] Protecting workers' health, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers'-health>.
- [2] Coronavirus, 2021. Acesso em: Julho 2021, Disponível em: <https://www.paho.org/pt/topicos/coronavirus>.
- [3] R. S. AbdulWahhab. Air quality system using iot for indoor environmental monitoring. In *Proceedings of the 2019 5th International Conference on Computer and Technology Applications*, pages 184–188, 2019.
- [4] E. P. Agency. *Indoor Air Quality*, 2020. <https://www.epa.gov/report-environment/indoor-air-quality>.
- [5] ANVISA. Resolução nº 03 de 16 de janeiro de 2003, 2003. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0009_16_01_2003.html.
- [6] K. Ashton et al. That 'internet of things' thing. *RFID journal*, 22(7):97–114, 2009.
- [7] B. Fang, Q. Xu, T. Park, and M. Zhang. Airsense: an intelligent home-based sensing system for indoor air quality analytics. In *Proceedings of the 2016 ACM International joint conference on pervasive and ubiquitous computing*, pages 109–119, 2016.
- [8] A. Kaushik, M. Arif, P. Tumula, and O. J. Ebohon. Effect of thermal comfort on occupant productivity in office buildings: Response surface analysis. *Building and Environment*, 180:107021, 2020.
- [9] L. C. Luciana, F. de Oliveira Silva, et al. Análise comparativa de plataformas baseadas em cloud para o desenvolvimento de aplicações iot. In *Anais Estendidos do XXXVIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*, pages 257–264. SBC, 2020.
- [10] N. NR17, Regulamentadora. 17–nr-17. *Portaria MTPS*, (3.751), 2018.
- [11] D. Y. Park and S. Chang. Effects of combined central air conditioning diffusers and window-integrated ventilation system on indoor air quality and thermal comfort in an office. *Sustainable Cities and Society*, 61:102292, 2020.
- [12] F. Queiroga. *Orientações para o home office durante a pandemia da COVID-19*, volume 1. Artmed Editora, 2020.
- [13] W. N. Schirmer, M. S. E. Szymanski, and M. A. Gauer. Qualidade do ar interno em ambientes climatizados—verificação dos parâmetros físicos e concentração de dióxido de carbono em agência bancária. *Tecno-Lógica*, 13(1):41–45, 2009.
- [14] G. F. Vieira de Sousa and A. Silva de Moraes. Monitoramento remoto de um ambiente climatizado. In *Conferência de Estudos em Engenharia Elétrica*, 2019.
- [15] M. Wendling. Sensores. *Universidade Estadual Paulista. São Paulo*, 2010:20, 2010.
- [16] P. Wolkoff. Indoor air humidity, air quality, and health—an overview. *International journal of hygiene and environmental health*, 221(3):376–390, 2018.
- [17] P. Wolkoff and S. K. Kjærgaard. The dichotomy of relative humidity on indoor air quality. *Environment international*, 33(6):850–857, 2007.