SISTEMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DE QUALIDADE DO AR INTERNO (QAI).

RESUMO EXPANDIDO - Disciplina de TCC290009

Filipe Kuhnen

Estudante do Curso de Engenharia de Telecomunicações

Carlos Boabaid Neto

Professor orientador

Semestre 2022-1

Resumo- *A má qualidade do ar em ambientes fechados é um problema que apresenta riscos à saúde dos indivíduos que nestas condições convivem. O propósito deste trabalho é desenvolver uma solução de monitoramento e controle em tempo real da taxa de ventilação e da qualidade do ar em ambientes fechados. Para tal, serão integrados microcontroladores, sensores e atuadores, com interface web e banco de dados para monitoração e acompanhamento dos dados obtidos. Os dados obtidos serão disponibilizados em tempo real na rede. O sistema irá atuar no controle de velocidade de um ventilador/exaustor instalado no ambiente, sendo capaz de controlar a taxa de renovação de ar necessária, tendo como base a medição da concentração de* CO_2*. Uma vez concluída a construção do protótipo, este será utilizado em um estudo de caso utilizando como ambiente de teste salas de aula do Campus São José do Instituto Federal de Santa Catarina.*

Palavras-chave: Internet das coisas. Qualidade do ar. ESP8266. MQTT. Node-Red.

1 Introdução

Uma estratégia de ventilação eficiente pode reduzir o risco de transmissão de doenças em edifícios com alta ocupação (LIPINSKI et al., 2020). Além disso, estudos correlacionam os níveis de dióxido de carbono (CO_2) em ambientes internos com problemas de saúde e o desempenho no trabalho (WILLIAM; WARGOCKI; ZHANG, 2019). Em ambientes fechados, a concentração de dióxido de carbono pode ser utilizada como um indicador da qualidade de ar interno. Uma vez que grande parte do CO_2 gerado nestes locais é produto do metabolismo humano, e a alta concentração desta substância evidencia uma baixa taxa de renovação de ar.

A sociedade americana de engenheiros de aquecimento, refrigeração e ar condicionado (ASHRAE) criou a norma 62.1 (ASHRAE, 2019), que define a qualidade do ar interno aceitável como "ar no qual não há contaminantes conhecidos em concentrações nocivas, conforme determinado por autoridades competentes, e com o qual uma maioria substancial (80% ou mais) das pessoas expostas não expressa insatisfação". No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da Resolução nº 9 de janeiro de 2013 (BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, 2003), estabeleceu alguns parâmetros como referencial de qualidade do ar interior em ambientes de uso público e coletivo climatizados artificialmente. A referida resolução estabelece que a concentração de CO_2 deve apresentar o valor máximo de 1000 ppm, a temperatura deve apresentar valores entre 23 °C e 26 °C e a umidade relativa do ar deveria estar entre 40% e 65%.

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma solução para monitoramento e controle em tempo real da taxa de ventilação e da qualidade do ar em ambientes fechados.

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- desenvolver um sistema de aquisição capaz de coletar, em ambientes fechados, os seguintes dados: concentração de particulados e de CO_2; temperatura e umidade do ar;
- projetar um controlador capaz de fazer com que o sistema de ventilação atue de forma autônoma, ativando exaustor para ventilar o ambiente, quando necessário;
- realizar teste em laboratório com o objetivo de aferir e validar os dados experimentais coletados pelo sistema desenvolvido;
- implantar e testar o sistema em salas de aula.

2 Metodologia

As seções abaixo detalham as etapas deste trabalho, clarificando o objetivo a ser atingido.

2.1 Microcontrolador

O microcontrolador utilizado neste trabalho será o ESP8266 (ESPRESSIF, 2022) acoplado na plataforma NodMCU (RUI, 2018). Trata-se de um microcontrolador de baixo custo com sistema de comunicação *wireless* integrado, amplamente utilizado em aplicações IoT - *internet of things* e facilmente programável.(OLIVEIRA, 2021).

Será necessário estudar a arquitetura deste microcontrolador para entender o funcionamento das portas deste, de modo que seja possível integrar os sensores e atuadores.

2.2 Sensores e atuadores

Para medição de concentração de CO_2 será utilizado o sensor T6615-10K (AMPHENOL, 2014), o sensor AHT10 (ASAIR, 2018) será utilizado para medição de temperatura

e umidade e também será utilizado o sensor Honeywell HPMA115 (HONEYWELL, 2017) será utilizado para a medição de concentração de material particulado.

O atuador consistirá em um sistema de exaustão, cujo ventilador será diretamente controlado de acordo com os níveis de concentração de poluentes.

Nessa etapa está previsto o estudo do comportamento dos sensores, a organização de suas bibliotecas e feita a aferição/calibração dos sensores e atuadores.

2.3 Transmissão de dados

Para transmissão e captura de dados será utilizado o protocolo de mensagens MQTT (IBM; EUROTECH, 2022). Para isso será necessário instalar e configurar um servidor para fazer a comunicação e disponibilização dos dados para a interface *web*.

2.4 Interface *web*

Desenvolvimento de uma interface *web* utilizando a ferramenta de desenvolvimento *node-red* (OPENJS, 2022) para monitoração dos ambientes. Nesta interface serão disponibilizadas as informações em tempo real e também será possível verificar histórico de leituras.

3 Resultados e Discussão

A expectativa deste trabalho é desenvolver uma solução viável, escalonável e barata para monitoração e controle de taxas de ventilação em ambientes fechados.

No estudo de caso, espera-se manter os níveis de CO_2 abaixo de 1000 ppm, mediante o controle da taxa de ventilação.

4 Considerações Parciais/Finais

A solução que será desenvolvida poderá ser amplamente utilizada em diversos tipos de ambientes sem necessidade de ajustes. Apresenta amplo potencial de utilização em ambientes com concentração de pessoas e ambientes residenciais.

References

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING, AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. *ASHRAE Standard 62.1*: Ventilation for acceptable indoor air quality. Atlanta, 2019.

AMPHENOL. *Telaire T6615 CO2 sensor dual channel module*. 2014. Acesso em: 21 de jul. 2022. Disponível em: <https://www.amphenol-sensors.com/hubfs/Documents/AAS-920-474D-Telaire-T6615-Sensor-031814-web.pdf>.

ASAIR. *AHT10 Technical Manual*. 2018. Acesso em: 21 de jul. 2022. Disponível em: <https://kaimte.com/upload/attach/20200514/2786ec587a09412dcd95609fe91e00e4.pdf>.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução n° 09 , de 16 de janeiro de 2003. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasillia, DF, 20 jan. 2003.

ESPRESSIF. *ESP8266EX Datasheet*. 2022. Acesso em: 21 de jul. 2022. Disponível em: <https://espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf>.

HONEYWELL. *HPM Series Particle Sensor*. 2017. Acesso em: 21 de jul. 2022. Disponível em: <https://www.mouser.com/datasheet/2/187/honeywell-hpm32322550b-1275408.pdf>.

IBM; EUROTECH. *MQTT: The Standard for IoT Messaging*. 2022. Acesso em: 21 de jul. 2022. Disponível em: <https://mqtt.org/>.

LIPINSKI, T. et al. Review of ventilation strategies to reduce the risk of disease transmission in high occupancy buildings. *International Journal of Thermofluids*, p. 100045, novembro 2020.

OLIVEIRA, S. de. *Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi*. [S.l.]: Novatec Editora, 2021. ISBN 9786586057353.

OPENJS. *Node-RED: Low-code programming for event-driven applications*. 2022. Acesso em: 21 de jul. 2022. Disponível em: <https://nodered.org/>.

RUI, H. *NodeMCU DEVKIT V1.0*. 2018. Acesso em: 21 de jul. 2022. Disponível em: <https://github.com/nodemcu/nodemcu-devkit-v1.0>.

WILLIAM, F.; WARGOCKI, P.; ZHANG, X. Do indoor co2 levels directly affect perceived air quality, health, or work performance? *ASHRAE Journal*, 2019.