

SIMPEC: Sistema de Manutenção Preventiva para Equipamentos de Climatização

Antônio E. Pereira², Isabela F. França¹, Melyssa M. G. Silva²,
Bruna M. O. S. Cordeiro¹, Iwens. G. Sene Junior¹, Renato F. Bulcão-Neto¹

¹Instituto de Informática – Universidade Federal de Goiás (UFG)
Caixa Postal 74001-970 – Goiânia – GO – Brasil

²Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação – UFG
Caixa Postal 74605-010 – Goiânia – GO – Brasil

antoniopereira@discente.ufg.br, brunacordeiro@inf.ufg.br

iwens@ufg.br, rbulcao@ufg.br

Abstract. *Poor maintenance of air conditioning equipment is a potential cause of problems to human health. Therefore, there is a need for constant preventive monitoring of indoor climate-controlled and collective use environments. This work presents the Preventive Maintenance System for Air Conditioning Equipment (SIMPEC), an Internet of Things solution composed of sensors and a web application deployed in a university research laboratory.*

Resumo. *A má condução da manutenção de aparelhos de climatização é um potencial causador de problemas à saúde humana. Logo, há uma necessidade de constante monitoramento preventivo de ambientes fechados climatizados e de uso coletivo. Este trabalho apresenta o Sistema de Manutenção Preventiva para Equipamentos de Climatização (SIMPEC), uma solução de Internet das Coisas composta de sensores e uma aplicação web em operação em um laboratório de pesquisa universitário.*

1. Introdução

Dentre os principais fatores que contribuem para a má qualidade do ar interno está a falta de circulação de ar. Como consequência, tem-se o aumento da concentração de poluentes nocivos à saúde que, dentre outras, pode causar a Síndrome dos Edifícios Doentes (SED). Essa síndrome caracteriza-se por um conjunto de sintomas causados ou estimulados pela poluição do ar em espaços fechados, como dor de cabeça, fadiga, prurido e ardor nos olhos, irritação de nariz e garganta, anormalidades na pele e falta de concentração [Norhidayah et al. 2013, Carvalho 2016].

Um potencial e comum agravante da SED é a baixa manutenção de aparelhos de climatização [Menéz et al. 2018]. É imprescindível que a manutenção desses aparelhos seja feita de forma contínua e preventiva, com o acompanhamento do estado de filtros e de dutos de ventilação e da condição geral das máquinas. A negligência da manutenção implica diretamente na qualidade do ar desses espaços [Teixeira et al. 2005].

A Portaria Nº 3.523/98 instituiu a necessidade de um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) para padronização de processos de limpeza, conservação

e manutenção de sistemas de climatização [Ministério da Saúde 2017]. Todos os parâmetros incluídos no PMOC são cruciais para o funcionamento ideal e seguro, englobando o exame de todos os componentes do equipamento, além da verificação e limpeza do ambiente de localização das máquinas.

Este trabalho de iniciação científica faz parte de um projeto de pesquisa em andamento, cujo objetivo é desenvolver um Sistema de Manutenção Preventiva para Equipamentos de Climatização (SIMPEC). O sistema é composto por duas partes, uma solução IoT (do inglês *Internet of Things*) para monitoramento da qualidade do ar e uma aplicação *Web* para informar e auxiliar preventivamente o órgão responsável pela manutenção dos aparelhos de climatização da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Este artigo está organizado da seguinte maneira: o projeto e o desenvolvimento da solução IoT estão descritos, respectivamente, nas Seções 2 e Seção 3, e a Seção 4 relata o estado atual desta pesquisa de iniciação científica.

2. Solução IoT para monitoramento da qualidade do ar

A Internet das Coisas refere-se a uma rede de objetos físicos (ou coisas) incorporados a sensores, software e outras tecnologias. O objetivo é conectar e trocar dados com outros dispositivos e sistemas por meio da Internet [Ashton et al. 2009]. Assim, utilizou-se sensores conectados em uma placa de prototipagem para a realização do monitoramento da qualidade do ar em um ambiente climatizado. O protótipo desenvolvido foi denominado *AirPure* e está ilustrado na Figura 1, onde é possível visualizar a *case* impressa em 3D e os componentes utilizados.

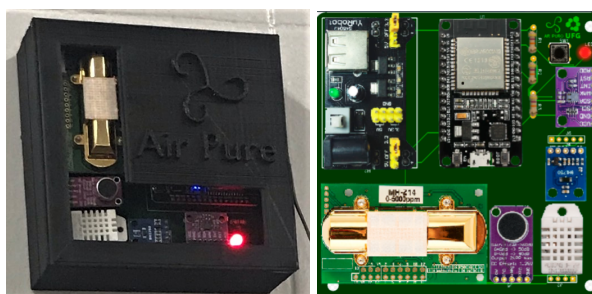


Figura 1. Protótipo *AirPure*.

Em um ambiente climatizado, diversos fatores contribuem para a elevação da poluição interna [Teixeira et al. 2005]. Após um levantamento bibliográfico, identificaram-se os seguintes fatores relacionados à qualidade do ar: umidade relativa, temperatura, dióxido de carbono (CO_2) e compostos orgânicos voláteis totais (COVT). A Tabela 1 apresenta os fatores monitorados por cada sensor, e os valores limites, máximos e mínimos, conforme legislações seguidas.

Uma placa de circuito impresso foi utilizada para a conexão entre os sensores e o módulo NodeMCU ESP32S, utilizado para processamento e comunicação, conforme Figura 1. A ESP32S trata-se de um *chip* com baixo consumo de energia que possui capacidade de comunicação via *Wi-Fi* e *dual-mode Bluetooth*. Os dados são devidamente processados, analisados e armazenados em banco de dados para que possam ser exibidos, em tempo real, para o usuário final.

Tabela 1. Fatores Monitorados pelo *AirPure*.

| Sensor | Fator | Máximo | Mínimo | Legislação |
|---------|------------------|-----------------------|---------|---------------------|
| DHT22 | Umidade Relativa | 65% | 35% | Anvisa - N° 09/2003 |
| DHT22 | Temperatura | 26°C | 20°C | Anvisa - N° 09/2003 |
| MH-Z14A | CO ₂ | 1000 ppm | 400 ppm | Anvisa - N° 09/2003 |
| CCS811 | COVT | 500 µg/m ³ | - | Diretrizes da OMS |

3. Sistema de Manutenção Preventiva para Equipamentos de Climatização

O SIMPEC foi desenvolvido para auxiliar técnicos e administradores de infraestrutura de climatização da UFG. Os dados coletados em tempo real, são disponibilizados em nuvem para a visualização em *desktop* ou *mobile*, com possibilidade de notificações personalizadas via *e-mail* ou *Telegram*. O usuário é capaz de visualizar todos os parâmetros monitorados pelos sensores, gerar relatórios de qualidade do ar e cadastrar manutenções em aparelhos de ar condicionado.

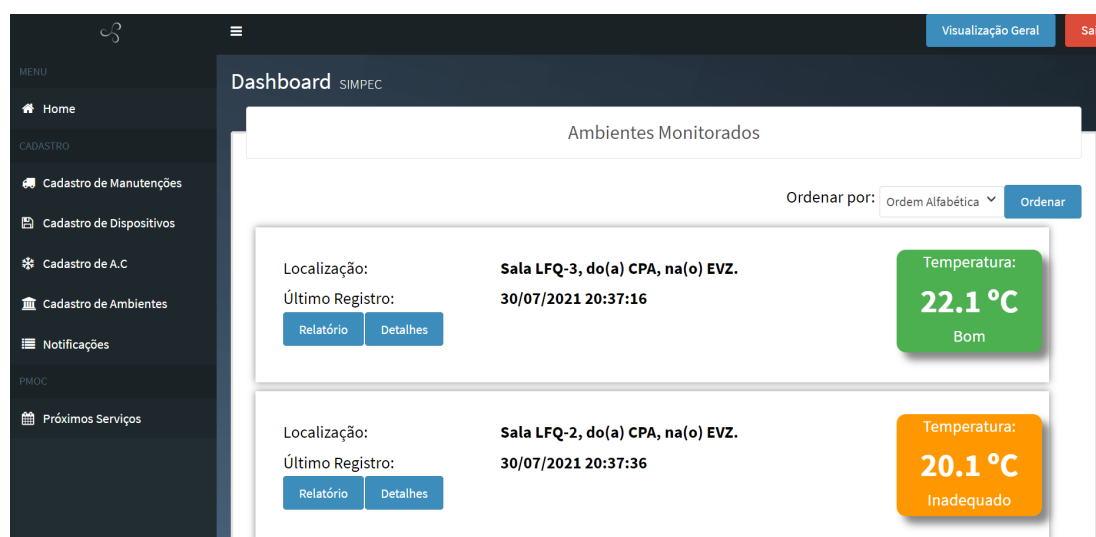


Figura 2. Tela Inicial do sistema SIMPEC.

A Figura 2 apresenta a tela inicial do sistema com os valores de temperatura para cada ambiente monitorado. O SIMPEC realiza uma apresentação detalhada, conforme a Figura 3, e gera um relatório contendo informações, como ocupação máxima do local, modelo e capacidade do aparelho de ar-condicionado, manutenções realizadas ou agendadas, valores médios, máximos, mínimos e desvio padrão de todos os fatores monitorados e visualização gráfica.

Uma escala de cores indica se os valores estão dentro do estabelecido, conforme Tabela 1: verde e vermelho simbolizam valores dentro e fora dos limites, e laranja, aqueles valores próximos dos limites. O *layout* inicial do sistema foi definido após reuniões com a coordenação de equipamentos da Secretaria de Infraestrutura (SEINFRA) da UFG.

Pelo menu lateral mostrado na Figura 2, pode-se cadastrar um novo local a ser monitorado, fornecendo informações físicas do ambiente, vinculando uma solução *Air-*

