

**F. Rocha, L. Dantas, L. Santos, S. Ferreira, B. Soares, A. Fernandes, E. Cavalcante, T. Batista. Energy Efficiency in Smart Buildings: An IoT-Based Air Conditioning Control System. 2020.**

## **RESUMO**

O uso ineficiente de recursos energéticos está associado ao mau uso de aparelhos elétricos, tais como condicionadores de ar. Nesse cenário, o desenvolvimento de maneiras modernas de monitorar o ambiente e controlar sistemas podem automatizar o gerenciamento de energia e reduzir o desperdício, mantendo o conforto dos usuários. O trabalho apresenta o Smart Place, um sistema baseado na Internet das Coisas, para automatizar o controle de aparelhos de ar-condicionado, e descreve sua arquitetura e operação na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

O sistema foi construído para controlar automaticamente os aparelhos de ar-condicionado, e mantê-los ligados ao detectar a presença de pessoas no ambiente ou quando é esperado que ele seja utilizado dentro de 15 minutos. Os componentes do sistema são: um dispositivo de hardware; uma plataforma middleware; e uma plataforma Web.

O dispositivo de hardware é responsável por coletar os dados relacionados ao ambiente (presença de pessoas, temperatura e umidade), a partir de sensores e câmeras, e por controlar e enviar comandos aos aparelhos de ar-condicionado. Dado que os ambientes onde o sistema irá atuar são heterogêneos, algumas estratégias foram seguidas: cada sala recebe um arquivo de configuração próprio, que especifica que elementos o sistema deve utilizar, permitindo que um único código base seja utilizado independente da sala e do aparelho de ar-condicionado; e, para salas maiores, seria difícil um único dispositivo monitorar todo o ambiente, então os dispositivos são distribuídos em uma organização de mestre-escravo, mantendo o status de um único dispositivo para o sistema.

Uma plataforma middleware já pronta, FIWARE, provê serviços como o gerenciamento do contexto, gerenciamento de dispositivos, e persistência de dados. Essa plataforma foi escolhida por ser genérica, de código aberto e prover componentes reusáveis e interoperáveis que facilitam o desenvolvimento de sistemas.

A plataforma Web provê serviços para acessar os dados e configurar entidades e dispositivos. Sua arquitetura é composta por: um módulo central, que integra todos os serviços e módulos; um módulo de persistência, que armazena a estrutura das entidades do sistema; um módulo de alerta, que recebe informações do contexto e envia notificações em caso de problemas; e um módulo Web, que provê a interface gráfica do sistema.

Ao comparar o uso do Smart Place com o controle manual dos aparelhos de ar-condicionado durante uma semana em salas de aula da UFRN, foi possível observar uma redução de 46,8% no tempo que os aparelhos ficaram ligados e de 61,8% no consumo de energia. Etapas de validação para a precisão do software executado quanto à decisão de ligar ou não o ar-condicionado foram indicadas como intenções de trabalhos futuros.

## RESENHA

O trabalho apresenta um bom modelo de sistema de controle de ar-condicionado, que pode ser utilizado como está ou analisado para servir como referência na criação de novos sistemas. O sistema é descrito em detalhes, com auxílio de imagens, fluxos de funcionamento e diagramas da arquitetura.

A arquitetura de cada componente é explicada em detalhes quanto ao funcionamento e vantagens de cada decisão em cada contexto. O uso de uma organização mestre-escravo para o hardware, por exemplo, permite que o sistema monitore grandes ambientes sem aumentar muito o custo de implantação. O uso de arquivos de configuração facilita a inclusão de salas com características diversas, tornando o sistema independente do ambiente.

Os resultados são apresentados com histogramas que permitem uma boa visualização dos dados obtidos. A conclusão do trabalho relata uma redução significativa tanto do tempo de trabalho dos aparelhos, quanto do consumo de energia, entretanto o sistema foi comparado a um cenário no qual os aparelhos ficaram ligados sem interrupção durante todo o período de aulas da manhã, da tarde e da noite, mais de 15 horas por dia. Essa comparação pode não ser realista, pois em ambientes de sala de aula os aparelhos costumam ser desligados manualmente se a sala não for utilizada. Além disso, a análise de resultados se limitou a avaliar o impacto do sistema na economia de energia, e não considerou avaliar o impacto no conforto dos usuários.

No entanto, o artigo indica a intenção, em trabalhos futuros, de avaliar a precisão do software em decidir ligar ou desligar os aparelhos, o que pode ser interessante para avaliar esse segundo ponto. Além de propor a intenção de refinar a análise quanto à redução do consumo de energia, melhorando a validação do sistema.

# APRESENTAÇÃO - SMART PLACE

## 1. Contexto:

O artigo está inserido no contexto de eficiência energética. Apresenta o Smart Place, um sistema focado em minimizar o consumo de energia de aparelhos de ar-condicionado, sem diminuir o conforto de seus usuários.

O sistema trabalha com sensores e câmeras para coletar dados sobre temperatura, umidade e presença de pessoas nos ambientes.

Os dados são utilizados como parâmetros para intervir nos aparelhos e evitar que fiquem ligados quando o ambiente não está sendo utilizado.

O sistema provê uma interface Web para gerenciar dispositivos e os ambientes monitorados, e é integrado ao FIWARE, uma plataforma middleware.

(dados sobre consumo crescente de energia)

## 2. Sistema:

Objetivo: O objetivo do trabalho foi contribuir para a eficiência energética em salas de universidades.

### a. Visão Geral da Arquitetura

O sistema foi projetado para controlar automaticamente aparelhos de AC. Está inserido no contexto de um conjunto de aplicações desenvolvidas para criar um smart campus na UFRN. (explicar que escolhas podem ser afetadas por esse motivo)

O sistema é formado por 3 partes: hardware, middleware e interface web.

Para cada parte: o que os autores queriam/precisavam e o que foi feito. Quais problemas as escolhas de design resolvem?

### b. Hardware

Partes físicas e algoritmo de controle (executado no Raspberry Pi)

Coleta dos dados e controle dos aparelhos.

Utiliza um Raspberry Pi para gerenciar os sensores e câmeras, e executar o algoritmo de decisão (as medições e decisões são repassadas para o

middleware).

Código base único que recebe arquivos de configuração, para se adaptar ao ambiente onde está instalado.

Distribuição de dispositivos para salas maiores em um sistema de mestre-escravo.

### **c. Middleware**

Explorar o FIWARE e explicar bem nessa parte as decisões de design.

A plataforma FIWARE foi escolhida por ser uma solução genérica e open-source, que provê muitos componentes que facilitam o desenvolvimento de sistemas em diversos domínios (Generic Enablers).

os componentes agrupam funções disponíveis a partir de APIs

Nesse sistema ela é basicamente utilizada para realizar o gerenciamento das entidades.

Responsável pelo gerenciamento e comunicações de dispositivos.

Vincula mudanças de estado à base de dados.

### **d. Web Interface**

Serviços de configuração e monitoramento. (Mostrar arquitetura)

Acesso aos dados e monitoramento da aplicação.

Composta por módulos que executam as operações dos usuários por meio de requisições REST.

## **3. Conclusão:**

Ganho e limitações do sistema.