

# Uma Solução de IoT para Uso Eficiente de Energia Elétrica em Prédios Inteligentes

Jorge Pereira, Thais Batista, Everton Cavalcante  
Departamento de Informática Aplicada - DIMAP  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN  
Natal, Brasil  
{jorgepereirasb, thaisbatista, evertonranielly}@gmail.com

Bárbara Gabriella Soares  
Departamento de Engenharia da Computação – DCA  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN  
Natal, Brasil  
barbaragabriellass@gmail.com

Maíla Alves  
Instituto MetrÓpole Digital - IMD  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte- UFRN  
Natal, Brasil  
mdca\_alves@hotmail.com

**Resumo**— A eficiência energética é, atualmente, reconhecida como uma meta internacional para promover a sustentabilidade do planeta [1]. Nessa perspectiva, esse artigo apresenta uma solução de Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*), o sistema *SmartPlace*, que tem como objetivo gerenciar, de forma automática, aparelhos de ar-condicionado e lâmpadas existentes em um ambiente fechado, promovendo economia de energia e proporcionando mais conforto e praticidade a seus usuários.

**Palavras-chave:** *IoT; economia de energia; monitoramento ambiental*

## I. INTRODUÇÃO

A importância da energia elétrica, como recurso essencial, está bastante clara para toda a sociedade. O seu uso consciente e eficiente contribui para a redução da emissão de gases de efeito estufa e é um dos elementos do planejamento da expansão do sistema elétrico; sendo, portanto, um objetivo de valor inquestionável [2]. Dados coletados pela Agência Internacional de Energia mostram que a quantidade de energia elétrica consumida e emissão de CO<sub>2</sub> no ambiente têm crescido consideravelmente nas últimas décadas e tendem a continuar crescendo.

De acordo com [3], os setores que mais consomem energia elétrica no mundo são: indústria, transportes, agricultura, serviços e residências. No entanto, ultimamente, com o crescimento populacional, aumento do nível de conforto nas residências, e outros fatores, a quantidade de energia consumida nas residências e prédios comerciais tem se equiparado aos níveis de consumo da indústria e transportes. No Brasil, por exemplo, o consumo de energia elétrica nas edificações residenciais e comerciais, de serviços e públicas, correspondem a aproximadamente 50% do total da eletricidade consumida no país [2].

Aparelhos de ar-condicionado e lâmpadas são os que mais contribuem para o exacerbado consumo de eletricidade em residências, estabelecimentos comerciais e prédios públicos. De acordo com [4], condicionadores de ar são responsáveis por até 48% do consumo de eletricidade em prédios públicos, enquanto a iluminação corresponde a 24% do consumo. O consumo de eletricidade por parte desses aparelhos pode ser

minimizado através do melhor uso dos mesmos. Nessa perspectiva, esse artigo apresenta o sistema *SmartPlace*, que tem como objetivo realizar o gerenciamento de aparelhos de ar-condicionado e lâmpadas localizados em um ambiente fechado. O Sistema segue a ideia de Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*), fazendo uso de sensores e atuadores, a fim de monitorar o ambiente e, com base nas medições, gerenciar os aparelhos de ar-condicionado e lâmpadas, controlando a temperatura do ambiente e acionando esses equipamentos somente quando há alguém no ambiente, contribuindo, desta forma, para a economia de eletricidade e maior conforto e praticidade para seus usuários.

## II. SMARTPLACE

O *SmartPlace* é composto por um conjunto de sensores, atuadores e um sistema Web. Esses componentes são organizados de maneira distribuída pelo ambiente e comunicam-se entre si via rede. O *SmartPlace* agrega sensores de temperatura, presença e umidade, e com base nas medições aferidas por estes, gerenciar aparelhos de ar-condicionado, regulando a temperatura do ambiente, acionando e desativando esses aparelhos. Os elementos que compõem a *SmartPlace* serão descritos a seguir.

**Sistema Web.** O sistema web do *SmartPlace* é responsável por receber e processar os dados provenientes dos sensores e, com base neles, acionar os atuadores, que irão realizar ações que modificarão o ambiente no qual estão inseridos. Por exemplo, em resposta aos dados de presença e temperatura aferidos pelos sensores, o sistema web é capaz de acionar atuadores que irão alterar as configurações do aparelho de ar-condicionado, a fim de regular (aumentar ou diminuir) a temperatura do ambiente. O sistema web oferece, para os sensores, uma interface REST [5] utilizada pelos mesmos para envio dos dados aferidos no ambiente. Os dados são enviados por meio do protocolo HTTP, fazendo uso do método POST. O sistema também oferece para os usuários uma interface web por meio da qual os mesmos podem: *i*) registrar os sensores e aparelhos de ar-condicionado gerenciados pelo *SmartPlace*; *ii*) consultar o histórico das medições aferidas pelos sensores; *iii*) consultar o histórico das ações (ligar, desligar, aumentar temperatura, diminuir

temperatura) realizadas sobre os aparelhos de ar-condicionado; e, *iv*) verificar o status (ligado ou desligado) de cada aparelho de ar condicionado gerenciado.

**Sensores.** Os sensores são os elementos responsáveis por aferir dados no ambiente e envia-los ao sistema web do SmartPlace. Atualmente, o *SmartPlace* agrega sensores de presença, temperatura e umidade. Esses dispositivos foram conectados em um *Arduino Uno* que realiza constantemente a leitura dos dados aferidos pelos mesmos e os envia ao sistema web. Também foi conectado ao *Arduino* um *Shield Ethernet*, por meio do qual os dados são enviados, via rede, ao sistema web. A Figura 1 ilustra um dispositivo *Arduino Uno*, no qual estão conectados o *Shield Ethernet*, sensor de presença (*PIR Sensor* – sensor branco) e sensor de umidade e temperatura (*DHT11 Sensor* – sensor azul).

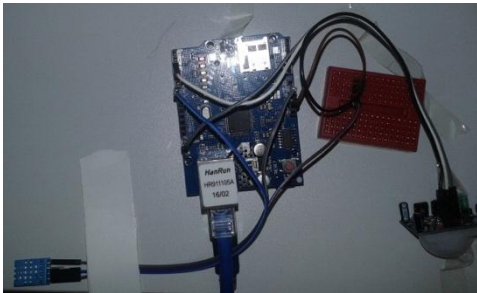


Figura 1. *Arduino Uno* com sensores

**Atuadores.** Os atuadores são os elementos responsáveis por receber, do sistema web, instruções sobre ações a serem realizadas sobre o ambiente no qual encontram-se inseridos. Atualmente, o *SmartPlace* conta com um atuador responsável por realizar as ações de: acionar, desativar, aumentar e diminuir a temperatura dos aparelhos de ar-condicionado gerenciados. O atuador em questão foi implementado sobre um *Raspberry pi*, um microcomputador programável de baixo custo, o dispositivo foi equipado com um led emissor infravermelho utilizado para emitir comandos (ligar, desligar, aumentar e diminuir a temperatura) para os aparelhos de ar-condicionado. No *Raspberry pi* foi implantado um software que recebe, via rede, instruções enviadas pelo sistema web sobre quais ações realizar sobre o aparelho de ar-condicionado. Essas instruções são recebidas e, para cada uma delas, um comando correspondente é enviado ao aparelho de ar-condicionado através do led emissor infravermelho. A Figura 2 ilustra esse atuador.

### III. IMPLANTAÇÃO DO SMARTPLACE NA UFRN

Para fins de testes e validação, o *SmartPlace* está atualmente implantada no Laboratório de Interação Humano-Computador do prédio Instituto Metrópole Digital – IMD, na UFRN. Nesse laboratório foram instalados os sensores de temperatura, umidade e presença, além do atuador responsável por enviar comandos ao aparelho de ar-condicionado, o sistema web foi implantado em uma das máquinas existentes no laboratório. O *SmartPlace* tem por objetivo manter a temperatura do laboratório entre 24 e 25 graus celsius. Desse modo, ao receber os dados de temperatura, o *SmartPlace* verifica se a temperatura está acima ou abaixo do valor

desejado. Caso uma dessas premissas seja verdadeira, o *SmartPlace* irá verificar se foram registrados, em um intervalo de tempo próximo, dados que indicam a presença de pessoas no laboratório. Caso existam pessoas no laboratório o sistema irá regular a temperatura para o valor desejado. Caso o sistema verifique que foi decorrido um intervalo de tempo de 15 minutos sem presença de pessoas no laboratório, os aparelhos de ar-condicionado são automaticamente desativados, a fim de evitar desperdício de eletricidade. Futuramente, o sistema será instalado também em outros laboratórios e salas existentes na universidade.

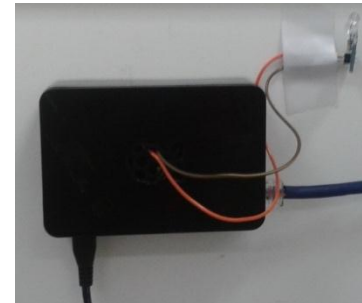


Figura 2. Atuador composto por um dispositivo *Raspberry pi* e led emissor infravermelho

### IV. CONCLUSÃO

Esse artigo apresentou, brevemente, o *SmartPlace*, um sistema em fase de desenvolvimento e testes, que gerencia aparelhos de ar-condicionado com base em medições aferidas por sensores de presença e temperatura espalhados pelo ambiente, contribuindo para o melhor uso dos equipamentos e para a economia de energia elétrica. Futuramente, o sistema irá gerenciar também as lâmpadas existentes no ambiente, a fim de que as mesmas sejam acionadas somente quando necessário, e automaticamente desligadas quando não existirem pessoas presentes no ambiente. O sistema está atualmente em fase de integração com o sistema de gerenciamento de reservas de salas e laboratórios utilizado na universidade. Com essa integração será possível tomar decisões sobre como melhor gerenciar os aparelhos de ar-condicionado com base no registro de reservas de cada sala.

### REFERENCIAS

- [1] MORENO, M. V. et al. How can We Tackle Energy Efficiency in IoT Based Smart Buildings? *Sensors*, 6 (14), p. 9582-9614, Maio 2014.
- [2] O QUE FAZER PARA TORNAR MAIS EFICIENTE O USO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PRÉDIOS PÚBLICOS. Acesso em 10/2016. <http://www.mme.gov.br/documents/10584/1985241/cartilha+ENERGIA+op1.pdf>.
- [3] PÉREZ-LOMBARDA, L.; ORTIZB, J.; POUTB, C. A review on buildings energy consumption information. *Energy and Buildings*, v. 40, n. 3, p. 394–398, janeiro 2008.
- [4] NOGUEIRA, S. *Eficiência Energética em Prédios Públicos Federais*. [Acesso em 10/2016. [http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/arquivos/apresentacao\\_solange\\_nogueira.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/arquivos/apresentacao_solange_nogueira.pdf).
- [5] FIELDING, R. T.; TAYLOR, R. N. Principled design of the modern Web architecture. *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT)*, NY, USA, v. 2, n. 2, p. 115-150, maio 2000