

# APLICATIVO UBÍQUO SOB O PARADIGMA DE INTERNET DAS COISAS NO CONTEXTO RESIDENCIAL

Avelino Morganti Neto<sup>1</sup>  
Cristiano Rodrigo Azevedo<sup>2</sup>

## RESUMO

No presente trabalho apresenta-se um aplicativo móvel, desenvolvido sob o paradigma de Computação Ubíqua e Internet das Coisas, no contexto de uma residência. O aplicativo móvel foi desenvolvido em Java, para dispositivos Android. O aplicativo é capaz de obter o estado de sensores e atuadores presentes em uma residência, controlar remotamente dispositivos, bem como efetuar tomadas de decisões automáticas, com base em definições prévias, no estado de sensores e na geolocalização do usuário. O aplicativo obtém o estado dos sensores efetuando requisições a uma API Web batizada de WHAVES. A WHAVES é capaz de efetuar e gerenciar a conexão com os dispositivos de *hardware* presentes em uma residência. Com este trabalho busca-se mostrar como o conceito de computação ubíqua foi utilizado no aplicativo, dando ênfase a sua parte funcional e ao seu desenvolvimento.

Palavras-chave: Computação Ubíqua. Internet das Coisas. Aplicativo móvel.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com um relatório da Cisco®, a chamada Internet das Coisas (ou Internet de todas as coisas) movimentará 14,4 trilhões de dólares nos próximos 10 anos, somente no setor privado (BRADLEY; BARBIER; HANDLER, 2013). O mesmo relatório aponta, ainda, que 66% desse montante, ou seja, 9,5 trilhões de dólares, serão provenientes de *smart grids* e *smart buildings*, que são redes e edifícios inteligentes.

Outro relatório aponta que serão movimentados 4,6 trilhões de dólares no setor público (BRADLEY et al., 2013), totalizando um valor de aproximadamente 19 trilhões de dólares para soluções em Internet das Coisas nos próximos 10 anos (CISCO..., 2014). Esses relatórios preveem, além de tendências, um mercado potencial muito grande para soluções de automação residencial e Internet das Coisas, o que demonstra ser bastante interessante explorar essa área.

Sistemas de automação residencial geralmente são compostos de um ou mais computadores. Entretanto, o mais importante é que os sistemas de domótica integram equipamentos eletrônicos de consumo, como televisores, equipamentos de áudio, videogames, *smartphones*, lâmpadas, câmeras de vigilância e todo tipo de eletrodomésticos em um único sistema distribuído (TANENBAUM, 2007). Um sistema distribuído nada mais é do que um conjunto de computadores independentes que se apresenta a seus usuários como um sistema integrado e coerente para um determinado fim (TANENBAUM, 2007), utilizando-se não somente de *hardware*, mas de uma camada de *software* para apresentação ao usuário. Neste trabalho, essa camada de software ocorre por meio de um aplicativo móvel, seguindo o conceito de computação ubíqua. O aplicativo se integra com uma plataforma para Internet das Coisas, desenvolvida pelos autores.

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia de Computação pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; Mestrando em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas; man@whaves.com

<sup>2</sup> Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina; Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade de Passo Fundo; Professor do Curso de Engenharia de Computação da Universidade do Oeste de Santa Catarina; cristiano.azevedo@unoesc.edu.br

## 2 FUNDAMENTAÇÃO

Weiser (1991), um importante cientista, idealizou no seu artigo *The computer for the 21st century*, publicado na revista *Scientific American* (O computador do século XXI, tradução nossa), como seria a terceira Era da Computação. Para ele, a computação teria passado por três grandes eras, cada transição caracterizava-se pela diminuição de tamanho do hardware físico, pelo relacionamento dos recursos computacionais com os seus usuários e pelo *improvement* nas interfaces de usuário. A primeira Era dos computadores, também chamada de Era dos *mainframes*, caracteriza-se por computadores gigantes, que ocupavam o tamanho de diversas salas, sendo necessários vários técnicos alternando o seu trabalho, trocando válvulas, com interfaces de usuário quase ausentes e realização de trabalhos e cálculos simples. Se comparado com o poder de processamento dos computadores de hoje, uma simples calculadora de mesa facilmente supera o melhor dos *mainframes* dessa época, que chegavam a custar milhões de dólares.

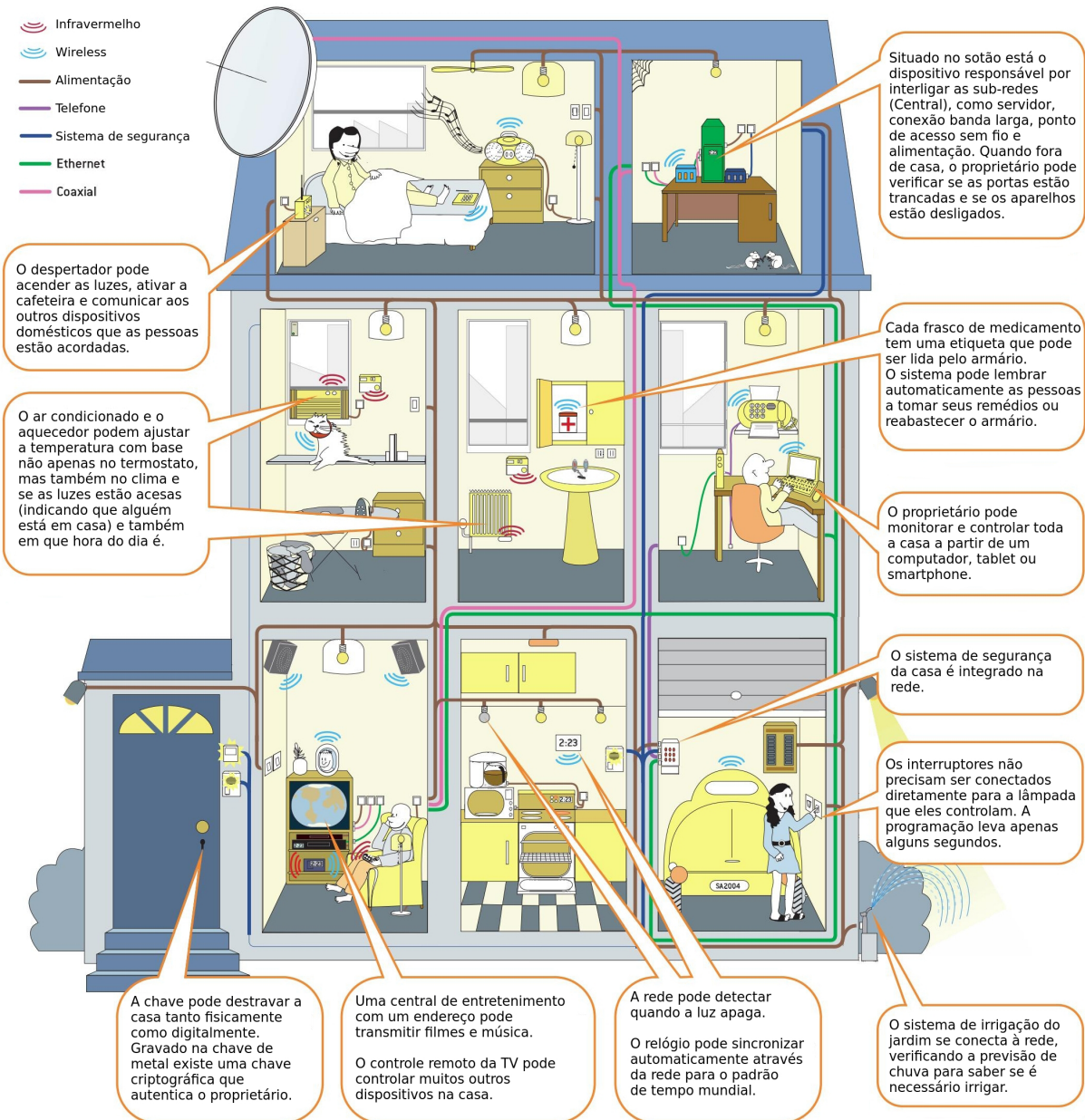
Posteriormente, chegou-se, então, à era da “Computação Pessoal”, caracterizada pelo relacionamento um-para-um, sendo necessário apenas um indivíduo para manusear e operar os recursos computacionais por meio de interfaces de usuário bastante elaboradas, como a do Macintosh®. A diminuição do tamanho de transistores, os novos processos de fabricação de semicondutores, componentes eletrônicos, o avanço da ciência da computação, na ciência dos materiais, em conjunto com a nanotecnologia, sem dúvida ajudaram a se chegar a esse nível de engenharia.

Para Weiser (1991), chegaria uma época em que os avanços na ciência da computação e nanotecnologia seriam tão grandes que as interfaces de usuário seriam transparentes e sensíveis ao contexto. Computadores “adivinhariam” as intenções dos usuários, sem ser preciso qualquer outro tipo de interação. A computação passaria a ter um aspecto “mágico”, tudo isso utilizando sensores e atuadores. O cientista foi um forte defensor desse modelo durante toda a sua vida, pois ele liberta o usuário de entender como a tecnologia funciona, fazendo com que se preste atenção apenas na tarefa que está sendo executada. Weiser chama esse modelo de “Computação Ubíqua” e afirma que este seria o modelo em que os computadores do século XXI se baseariam.

Para descrever o que chamou de “Computação Ubíqua”, Weiser (1991) exemplifica utilizando os óculos, uma ferramenta simples que melhora a capacidade de visão. Sua presença é tão ubíqua que não se atenta que se está os utilizando, mas eles estão ali. Os óculos de grau aumentam a capacidade de enxergar as coisas e, por conseguinte, aumentam a capacidade de realização de milhares de tarefas distintas, mas, muitas vezes, não se tem consciência de estar os utilizando, e a ausência dessa consciência permite que se concentre na tarefa a qual está sendo realizada e não nos óculos em si. Para Weiser, a computação deveria ser assim, invisível, sem a presença de interfaces complicadas que demandam conhecimento técnico ou a leitura de manuais de instruções. A computação deveria ser sensível ao ambiente e, principalmente, ao utilizador.

O modelo de Computação Ubíqua ajudou a moldar, anos mais tarde, o nascimento de outro conceito, o de Internet das Coisas. A Internet das Coisas refere-se à tendência da tecnologia de coisas do cotidiano (por exemplo, objetos, lâmpadas, locais, veículos, etc.) de serem integradas com sensores, RFID, atuadores ou processadores, que se habilitam e comunicam de forma transparente e serão intimamente integrados com futuras infraestruturas e serviços de internet. De acordo com algumas previsões, haverá cerca de 7 trilhões de dispositivos eletrônicos conectados para 7 bilhões de pessoas até 2020, o que equivaleria a cerca de mil dispositivos para cada ser humano (TARKOMA; KATA-SONOV, 2011, tradução nossa).

Imagem 1 – Exemplo de casa do futuro abordado no artigo da revista Scientific American



Fonte: adaptado de Gershenfeld, Krikorian e Cohen (2004, tradução nossa).

O artigo *The Internet of Things*, publicado em 2004 na revista *Scientific American*, foi um dos primeiros e mais relevantes artigos a abordarem o tema. Nele, Gershenfeld, Krikorian e Cohen (2004) explicam e abordam aspectos relevantes, que variam desde a arquitetura a ser seguida até os problemas a serem enfrentados para que a implementação da Internet das Coisas se torne viável.

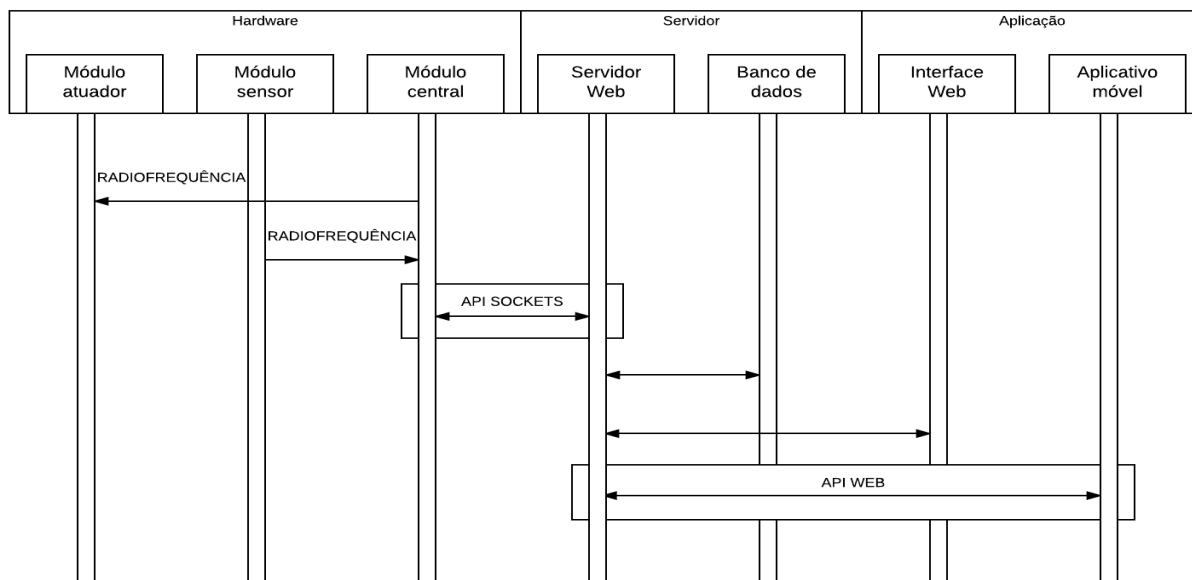
Nesse artigo, os autores fornecem alguns exemplos no contexto de uma aplicação doméstica. Conforme é possível verificar na Imagem 1, diferentemente de um sistema de automação residencial puro e simples, a Internet das Coisas é ubíqua. Na Imagem 1 é possível verificar que os dispositivos tomam ações de forma autônoma, verificando o estado de sensores e definições que foram configuradas previamente pelo utilizador.

### 3 METODOLOGIA

Sob o paradigma de Internet das Coisas, foi desenvolvido um aplicativo ubíquo, que se baseia na geolocalização do utilizador e no estado de sensores e atuadores presentes em uma residência para a tomada de decisão. O aplicativo foi

desenvolvido com tecnologia de programação Java para *smartphones* e com sistema operacional Android, utilizando uma plataforma para Internet das Coisas, desenvolvida pelos próprios autores. O aplicativo faz requisições à plataforma, que foi denominada de WHAVES<sup>3</sup>, e obtém o estado dos sensores e atuadores de uma residência. A plataforma WHAVES interage com os dispositivos de hardware por meio de um protocolo próprio desenvolvido para esse tipo de comunicação, baseado em requisições. O Diagrama 1 ilustra as requisições do aplicativo móvel e a forma como os dispositivos de hardware são integrados ao aplicativo.

Diagrama 1 – Requisições da plataforma WHAVES

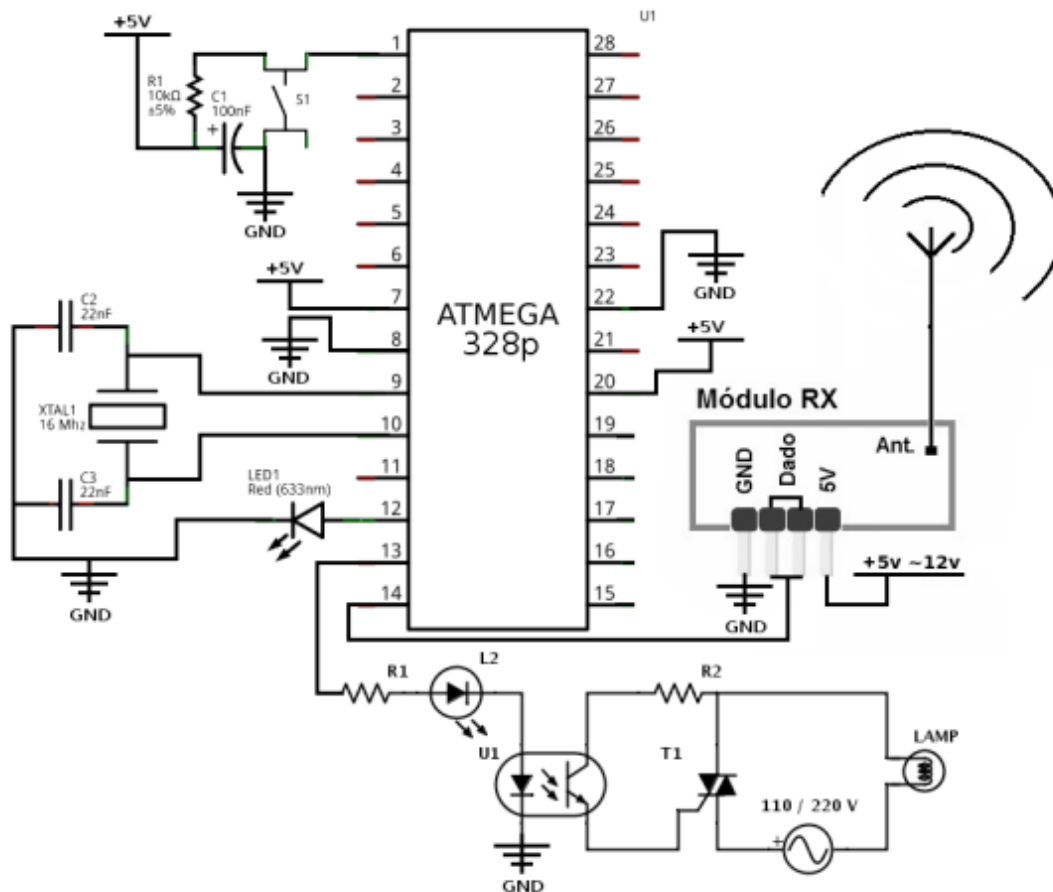


Fonte: os autores.

O aplicativo envia requisições à plataforma WHAVES a cada 10 segundos e obtém o estado de sensores e atuadores presentes em uma residência. Na plataforma WHAVES, são chamados de módulos atuadores os módulos que fazem o controle de potência de dispositivos. Neste trabalho, foi desenvolvido um módulo atuador com apenas dois estados, ligado e desligado. Entretanto, a plataforma permite que existam módulos atuadores com  $n$  estados, bastando criar o circuito necessário para isso e efetuar ajustes no software. Para este trabalho foi desenvolvido um sensor que detecta apenas o estado de uma porta ou janela (aberta ou fechada) e um atuador conectado a uma lâmpada conforme Esquema 1.

<sup>3</sup> WHAVES é o resultado de um Trabalho de Conclusão de Curso. Todo o protocolo, hardware, software e técnicas de segurança implementadas estão melhor descritos nele. Neste artigo, busca-se mostrar somente a parte ubíqua.

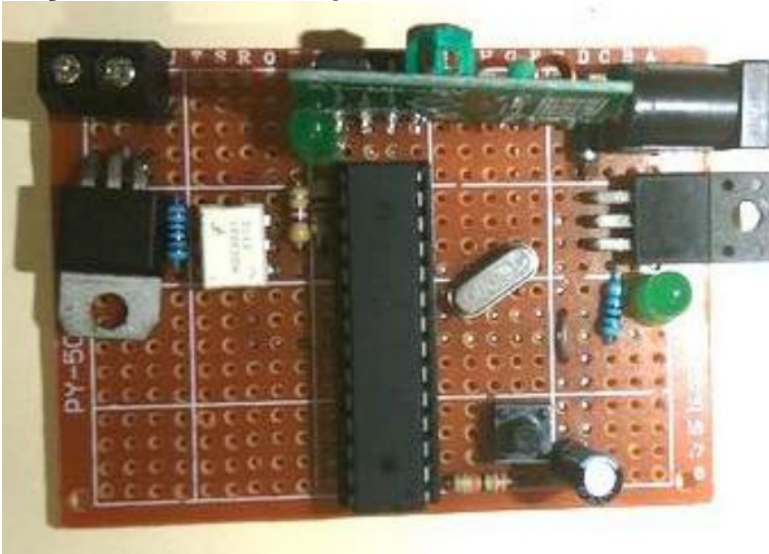
Esquema 1 – Esquemático do módulo atuador



Fonte: os autores.

O circuito do módulo atuador, apresentado no Esquema 1, é bastante simples. É composto do circuito microcontrolado, do módulo de radiofrequência e do circuito do relé de estado sólido. Apesar de simples, esse circuito permite o controle de potência de qualquer dispositivo, respeitando os limites de tensão e corrente do triac. A placa desenvolvida durante este trabalho é apresentada na Fotografia 1.

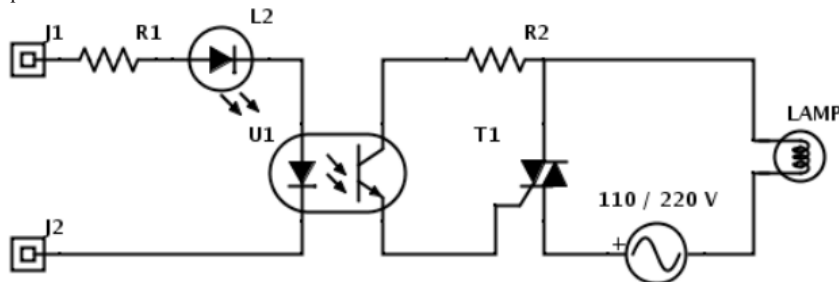
Fotografia 1 – Placa desenvolvida para o módulo atuador



Fonte: os autores.

Ainda, outros testes foram realizados utilizando sensores com outras funções, são estes: sensor de gases nocivos, sensor de temperatura e sensor de luminosidade. Para fazer o controle de potência em si, o módulo atuador usa um relé de estado sólido. O relé de estado sólido, cujo esquemático é apresentado no Esquema 2, é constituído de um optoacoplador, que separa a parte microcontrolada da parte de potência, e um triac, que faz o controle de potência em si. Esse circuito é muito mais robusto e confiável do que os típicos relés mecânicos. O relé de estado sólido, além de ter um custo baixo em comparação ao anterior, economiza mais energia e suporta muitos acionamentos em pouco espaço de tempo. Além disto, esse circuito pode ser adaptado para funcionar como um *dimmer*, que poderia fazer o ajuste de potência de uma lâmpada em  $n$  graus. Nesse caso, ao invés de o pacote JSON, enviado a plataforma, conter apenas os valores 1 e 0 no campo “value” (v), ele deveria ter os valores de 0 a  $n$ .

Esquema 2 – Relé de estado sólido

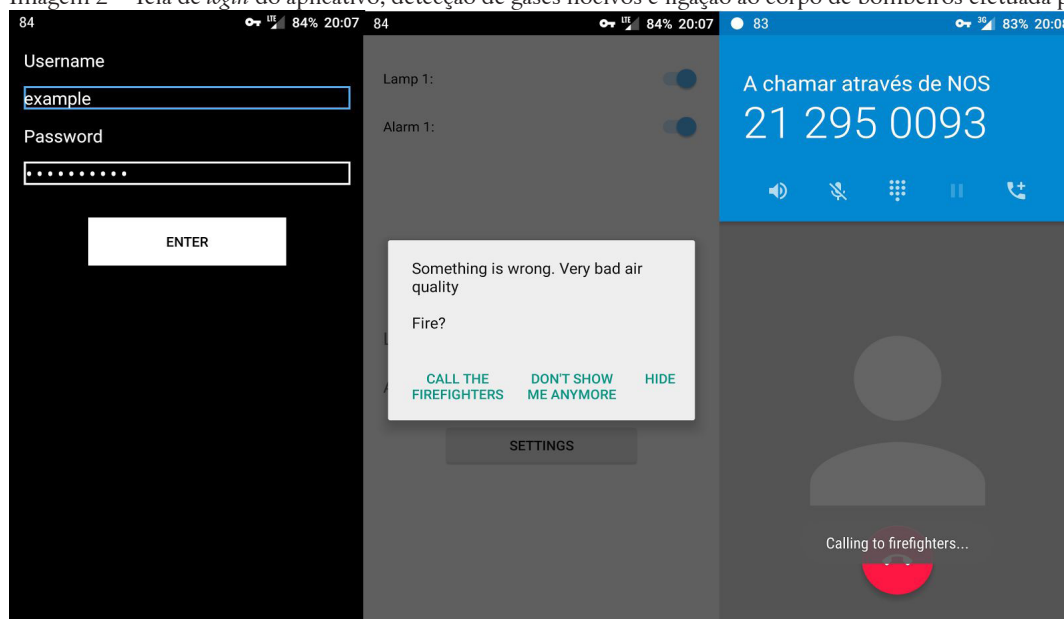


Fonte: os autores.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em uma primeira versão do aplicativo, foi definido um limiar para cada sensor. No momento em que o aplicativo detectava uma mudança de estado entre esse limiar eram apresentadas notificações ao usuário. Se o sensor de qualidade do ar medir uma quantidade nociva de gases tóxicos em conjunto a um aumento de temperatura, o aplicativo supõe que há um vazamento de gás ou que há um foco de incêndio na residência, como é mostrado na Imagem 2. Uma notificação é mostrada ao utilizador, permitindo que ele chame o corpo de bombeiros. Os testes para excitação do sensor de temperatura e o de gases nocivos foram realizados efetuando queima de papel próximo aos sensores, liberando calor e gases como CO<sup>2</sup> durante o processo.

Imagem 2 – Tela de login do aplicativo, detecção de gases nocivos e ligação ao corpo de bombeiros efetuada por meio do aplicativo

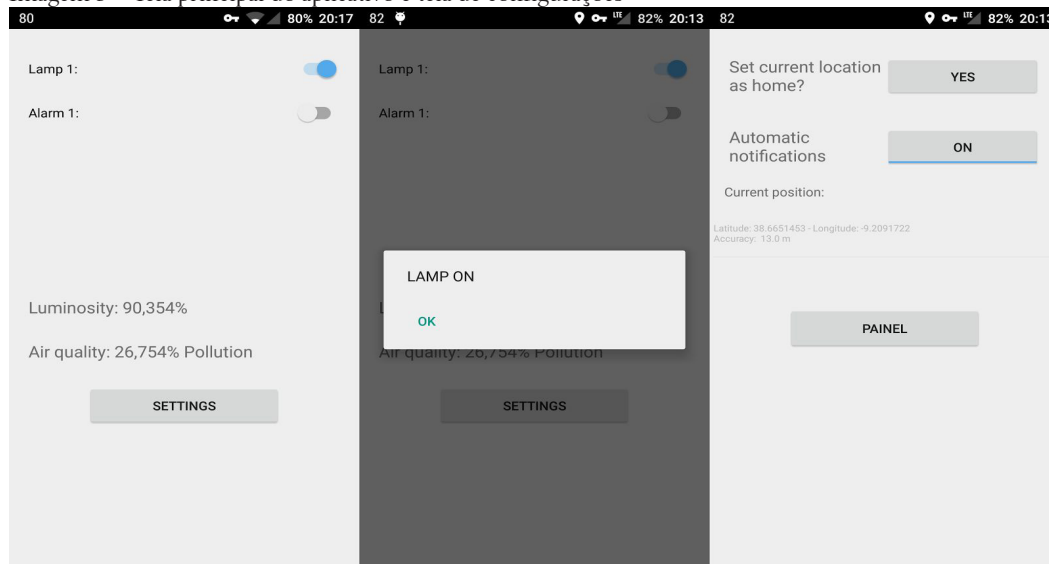


Fonte: os autores.

Outra funcionalidade que segue o conceito de computação ubíqua é a de detecção de intrusão e alarme automático. O utilizador necessita configurar previamente a localização da sua residência, fazendo isso com um clicar de botão. Quando essa opção está ativa, o aplicativo detecta automaticamente quando o usuário não está em casa, ativando um alarme silencioso, todas as vezes que o usuário sair de um raio predefinido da sua residência, desligando em conjunto uma lâmpada próxima à porta. Do contrário, uma lâmpada é acesa, e o alarme é desativado todas as vezes que o usuário entra no perímetro da sua residência, evitando, dessa forma, falsos acionamentos. No entanto, se alguém invadir a residência do utilizador, é exibida uma notificação no dispositivo do usuário, que tem a opção de fazer uma ligação telefônica à polícia para relatar o ocorrido.

Ao utilizador também é oferecida a opção de fazer agendamentos do estado de dispositivos atuadores, como aquele que está conectado à lâmpada. O usuário pode escolher quando as lâmpadas acendem ou apagam, como é mostrado na Imagem 3, com precisão de segundos, minutos, horas, dia, mês e ano. É possível criar uma funcionalidade para simular que há pessoas na casa e, assim, desencorajar uma intrusão, assim como determinar que todas as vezes que o usuário sair da residência certos dispositivos sejam automaticamente desligados, como, por exemplo, um ferro de passar roupas e um fogão elétrico, tendo a garantia de que, se houver um vazamento de gás e se a temperatura subir, o usuário será notificado e poderá chamar o corpo de bombeiros. Em futuras melhorias, é possível ativar *sprinklers* (dispositivos presos ao teto que liberam água para extinguir incêndios) quando houver detecção de incêndio e apenas notificar o usuário do ocorrido.

Imagem 3 – Tela principal do aplicativo e tela de configurações



Fonte: os autores.

As possibilidades para a Internet das Coisas, envolvendo uma plataforma onde dispositivos de hardware possam acessar informação de forma facilitada, são enormes. Caberia citar as melhorias quanto à segurança dos dados, fazendo uso de técnicas de criptografia, como por exemplo, os dispositivos podem ser “falsificados”; é importante, portanto, que cada dispositivo tenha um certificado digital. Uma das técnicas prevista pelos autores, foi a da criptografia dos dados entre o servidor e o módulo central, que durante alguns testes realizados funcionou satisfatoriamente. Neste trabalho buscou-se apenas proteger-se de ataques de repetição, mas há ainda muitos outros tipos de ataques que podem ser efetuados ao sistema, e protegê-los exige conhecimento de alto nível em criptografia e segurança.

Uma questão que tem tomado bastante atenção dos pesquisadores, entre eles Schneier (2016), é a dos ataques DDoS a dispositivos de Internet das Coisas. Um desses ataques já é o maior ataque DDoS da história (até a conclusão deste trabalho), com mais de 150 mil dispositivos hackeados e tráfego de 1.2 Tbps de pico (KHANDELWAL, 2016). Esse tipo de ataque é muito difícil de se proteger e tem levantado um verdadeiro debate, não somente sobre o futuro da Internet das Coisas, como até mesmo sobre o futuro da Internet, já que esse ataque afetou sites grandes como Ama-

zon, Twitter, Netflix, Github, Spotify, entre outros (LESWING, 2016). Isso mostra a relevância da segurança aplicada à Internet das Coisas.

## 4 CONCLUSÃO

No presente trabalho apresentou-se um aplicativo móvel desenvolvido sob o paradigma de Computação Ubíqua e Internet das Coisas. Neste trabalho, foram projetados e desenvolvidos todos os circuitos eletrônicos necessários para fazer o acionamento de uma lâmpada e a detecção do estado de uma porta ou janela. Foram desenvolvidos, ainda, junto com uma interface Web, o banco de dados e o aplicativo mencionado. Neste trabalho visou-se desenvolver uma rede de conexão de objetos à internet, sendo essa conexão realizada por meio de hardware de baixo custo, software aberto e protocolos de rede, com o mínimo de segurança e de forma sem fio.

### *Ubiquitous application under the internet of things paradigm in the residential context*

#### *Abstract*

*The present work presents a mobile application developed under the paradigm of Ubiquitous Computing and Internet of Things, in the context of a residence. The mobile application was developed in Java for Android devices. The application is capable of obtaining the state of sensors and actuators present in a residence, remotely controlling devices, as well as making automatic decisions, based on previous definitions, sensor state and geolocation of the user. The application obtains the state of the sensors by making requests to a Web API called WHAVES. WHAVES is able to perform and manage the connection with the hardware devices present in a residence. This work aims to show how the concept of ubiquitous computing was used in the application, emphasizing its functional part and its development. Keywords: Ubiquitous Computing. Internet of Things. Mobile application.*

## REFERÊNCIAS

BRADLEY, J.; BARBIER, J.; HANDLER, D. Embracing the internet of everything to capture your share of \$14.4 trillion. **Cisco**, 2013. Disponível em: <[http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoE\\_Economy.pdf](http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoE_Economy.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2016.

BRADLEY, J. et al. Internet of everything: A \$4.6 trillion: Public-sector opportunity. **Cisco**, 2013. Disponível em: <[https://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe\\_public\\_sector\\_vas\\_white%20paper\\_121913final.pdf](https://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe_public_sector_vas_white%20paper_121913final.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2016.

BROCK, D. L. The electronic product code (epc). **MIT Auto-ID Center**, 2001. Disponível em: <<http://www2.wiwi.hu-berlin.de/is/internetoekonomie/downloads/rfid/EPC/MIT-AUTOID-WH-002.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2016.

CISCO consulting services: the internet of everything – a \$19 trillion opportunity. **Cisco**, 2014. Disponível em: <<http://www.cisco.com/web/services/portfolio/consulting-services/documents/consulting-services-capturing-ioe-value-aag.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2016.

EVANS, D. The internet of things: how the next evolution of the internet is changing everything. **Cisco Internet Business Solutions Group**, 2011. Disponível em: <[http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT\\_IBSG\\_0411FINAL.pdf](http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2016.

GERSHENFELD, N.; KRIKORIAN, R.; COHEN, D. **The internet of things**. Scientific American, 2004.

KHANDELWAL, Swati. **World's largest 1 tbps ddos attack launched from 152,000hacked smart devices**. 2016. Disponível em: <<http://thehackernews.com/2016/09/ddos-attack-iot.html>>. Acesso em 25 ago. 2017.

INTEL. **A guide to the internet of things**: how billions online objects are making the webwiser. 2013. Disponível em: <<http://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/infographics/guide-to-iot.html>>. Acesso em: 14 dez. 2016.



- LESWING, K. **A massive cyberattack knocked out major websites across the internet**. 2016. Disponível em: <<http://www.businessinsider.com/amazon-spotify-twitter-github-and-etsy-down-in-apparent-dns-attack-2016-10>>. Acesso em 25 ago. 2017.
- MORGANTI NETO, A.; AZEVEDO, C. R.. **WHAVES**: plataforma hardware-software para internet das coisas. 2016. 91 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Computação)-Universidade do Oeste de Santa Catarina, Joaçaba, 2016.
- SCHNEIER, B. **Lessons from the dyn ddos attack**. 2016. Disponível em: <[https://www.schneier.com/blog/archives/2016/11/lessons\\_from\\_th\\_5.html](https://www.schneier.com/blog/archives/2016/11/lessons_from_th_5.html)>. Acesso em: 14 dez. 2016.
- SUNDMAEKER, H. et al. Vision and challenges for realising the internet of things. **Cluster of European Research Projects on the Internet of Things**, 2010. Disponível em: <[http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT\\_Clusterbook\\_March\\_2010.pdf](http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IoT_Clusterbook_March_2010.pdf)>. Acesso em: 14 dez. 2016.
- TANENBAUM, A. S. **Rede de Computadores**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- TANENBAUM, A. S. **Sistemas distribuídos: princípios e paradigmas**. Rio de Janeiro: Pearson Prentice Hally, 2007.
- TARKOMA, S.; KATASONOV, A. **Internet of things: strategic research agenda**. Finnish Strategic Centre for Science, Technology, and Innovation: For Information and Communications (ICT) Services businesses, and technologies. 2011. Disponível em: <[http://www.internetofthings.fi/file\\_attachment/get/internet-of-things-strategic-research-agenda.pdf?attachment\\_id=1](http://www.internetofthings.fi/file_attachment/get/internet-of-things-strategic-research-agenda.pdf?attachment_id=1)>. Acesso em: 14 dez. 2016.
- WEISER, M. The computer for the 21st century. **Scientific American**, 1991. Disponível em: <<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/SciAmDraft3.html>>. Acesso em: 24 fev. 2015.
- WEISER, M. **The world is not a desktop**. Perspectives article for ACM Interactions. 1993. Disponível em: <<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/ACMInteractions2.html>>. Acesso em: 24 fev. 2016.
- WEISER, M. **Ubiquitous computing**. 1993. Disponível em: <<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiCompHotTopics.html>>. Acesso em: 24 fev. 2016.
- WEISER, M. **Ubiquitous computing**. 1996. Disponível em: <<http://www.ubiq.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

