

# CONTROLE DE CARGAS POR MEIO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS E TECNOLOGIAS SEM FIO

ANTÔNIO CARLOS DA SILVA BARROS<sup>1</sup>, RAFAELLO ALBUQUERQUE BATTOCCHIO<sup>1</sup>,  
ELIZÂNGELA DE SOUZA REBOUÇAS<sup>2</sup>, PEDRO PEDROSA REBOUÇAS FILHO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus de Fortaleza  
Departamento da Indústria

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus de Fortaleza  
Departamento de Telemática

<sup>3</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus de Maracanaú  
Programa de Pós-graduação em Energias Renováveis (PPGER)

<carlos.barros.22@gmail.com>, <rafaelloab@gmail.com>, <elizangelareboucas@hotmail.com>,  
<pedrosarf@ifce.edu.br>

**Resumo.** Com o crescimento do mercado de telefonia móvel, o sistema *Android* vem mostrando-se uma poderosa plataforma de desenvolvimento, isso se deve à variedade de recursos que oferece aos programadores e por se tratar de um sistema *open source*. Fazendo uso de serviços de comunicação sem fio, como o acesso *wi-fi* à *Internet*, o GPRS e o *bluetooth*, este trabalho propõe o desenvolvimento de um aplicativo de supervisão e de monitoramento à distância, no caso, lâmpadas de uma residência, bem como qualquer outro dispositivo que possa ser acionado por eletricidade. Um sistema é desenvolvido utilizando *smartphones Android* e Microcontroladores Arduino. Testes são realizados a partir da execução do aplicativo no celular, comunicando-o com um microcontrolador através da *Internet* ou e também por *bluetooth*, acionando dispositivos elétricos. Ao final, conclui-se que o sistema desenvolvido pode integrar sistemas de Automação Residencial.

**Palavras-chaves:** Arduino. *Android*. automação. wireless. SCADA. supervisório.

**Abstract.** As cell phone market increases today, Android system is considered to be a powerful development platform since it is open source and provides wide range of resources to programmers. Thus, this work proposes the development of an application for supervisory and remote monitoring of electronic household devices, in this case lamps or any other device that can be activated electrically. In order to reach this goal, wireless communication, with the access to wi-fi and internet, the GPRS and Bluetooth are used. These services are used in communication between smartphones with Android and Arduino Microcontrollers system. Tests are performed from the execution of the application on the phone, communicating with a microcontroller over the Internet or via bluetooth and also, triggering fixtures. Finally, it is concluded that the developed system can integrate Home Automation systems.

**Keywords:** Arduino. *Android*. automation. wireless. SCADA. supervisory.

## 1 INTRODUÇÃO

Há algum tempo, as tecnologias sem fio já fazem parte das nossas vidas, sendo indispensáveis para o funcionamento da sociedade moderna. O acionamento remoto de um portão elétrico, o monitoramento à distância do funcionamento de uma fábrica, a comunicação por voz entre duas pessoas em países diferentes, tudo isso advém das técnicas de transmissão de dados sem fio que ao longo dos anos vem evoluindo, oferecendo uma maior alcançabilidade e um aumento da velocidade

e da quantidade de informação transmitida.

O tráfego constante de informações e a necessidade de estar sempre conectado a este fluxo de dados geraram aumento no consumo de produtos eletrônicos, os quais suprem essa carência. Segundo pesquisas, o número global de conexões móveis atingiu a marca de 5 bilhões em meados de 2010 e a expectativa é que alcance 6 bilhões de conexões no final de 2012 (CISCO, 2014).

Além da notável quantidade de aparelhos existentes,

também é evidente a alta capacidade de processamento e o grande número de funções que os dispositivos móveis atuais são capazes de realizar. Recursos como a conexão com a *Internet*, o Sistema de Posicionamento Global (GPS), os sensores de aceleração e a alta velocidade dos processadores têm permitido que sejam desenvolvidos aplicativos diversos.

Com base nesse cenário de disseminação de novas tecnologias, este artigo propõe o desenvolvimento de um sistema de acionamento e monitoramento de mecanismos elétricos à distância. Para isso, faz-se uso de um dispositivo móvel, onde o usuário executará a aplicação principal do sistema, interagindo com uma interface gráfica de fácil entendimento. A partir do dispositivo, comandos são enviados, através de comunicação sem fio, para um microcontrolador que se encarrega de fazer o acionamento do aparelho elétrico o qual se deseja controlar.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma rede de computadores é formada por um conjunto de módulos processados que têm a capacidade de trocar e manipular informações entre si, seguindo uma topologia. Os vários módulos são conectados um ao outro, através de um meio de comunicação e de protocolos que ditam as regras de concessão. No caso das redes sem fio, o meio de propagação é o ar e, para ser considerada uma rede móvel, os módulos devem ter a liberdade de se deslocarem no ambiente sem que a comunicação seja perdida (PRIESS, 2003).

As redes sem fio podem ser divididas entre redes *ad-hoc* e redes infra-estruturadas. Nas redes infra-estruturadas necessita-se de, pelo menos, uma estação base que irá intermediar a conexão entre outras estações móveis, ou seja, não há uma conexão direta entre essas estações. Um exemplo são as redes de telefonia móvel, que possuem uma estação móvel responsável por iniciar a comunicação com uma estação-base, encaminhando-a para outra estação móvel.

Nas redes *ad-hoc* não há o controle centralizado de uma estação-base e nem topologia determinada, as próprias estações bases roteiam suas transmissões e conectam-se diretamente. Isso garante uma grande liberdade de movimentação e um fácil desenvolvimento desse tipo de rede (PRIESS, 2003). O *bluetooth* é um exemplo de rede *ad-hoc*.

### 2.1 Bluetooth

*Bluetooth* é um meio pelo qual dispositivos podem estabelecer uma conexão sem fio para troca de dados em curtas distâncias (HUANG; RUDOLPH, 2007). Uma

série de especificações define o *bluetooth*, dentre os quais destaca-se o seu próprio e único endereço MAC (*Machine Address Code*), isso auxilia no processo de endereçamento, empregado na programação.

A comunicação *bluetooth* pode ser explicada como um diálogo entre cliente e servidor. O servidor abre um soquete e, juntamente a ele, atribui uma UUID (*Universally Unique Identifiers*), que consiste em um identificador de 128 bits com a função de definir o tipo de protocolo de comunicação a ser estabelecido, além de garantir que aplicações que façam uso de um mesmo hardware *bluetooth* não entrem em conflito. Esta UUID fica armazenada no SDP (*Service Discovery Protocol*), que trata de encaminhar as conexões *bluetooth* para as aplicações adequadas.

### 2.2 GSM/SMS

A tecnologia SMS (*Service Message Short*) é uma das mais populares atualmente em rede de celulares, consistindo no envio de mensagens de tamanho limitado por meio do GSM (*Global System for Mobile Communications*).

O SMS evoluiu baseado no padrão GSM, porém, atualmente, o 3GPP (*3rd Generation Partnership Project*) controla as regras do SMS. O sucesso dessa tecnologia deve-se, principalmente, aos fatores de custo-benefício e facilidade de manipulação.

A arquitetura básica do SMS, como pode ser vista na Figura 1, em que uma mensagem curta é enviada por um usuário através de uma MS (*Mobile Station*). Esta mensagem é recebida pelo BSS (*Base Station System*) mais próximo que é o Sistema de Estação Base, por meio da sinalização de um canal GSM e, então, o MSC (*Mobile Switching Center*) é associado com o BSS. O MSC verifica primeiro se com banco de dados HLR (*Home Location Register*), permitido o envio de mensagens curtas para o MS de origem.

O banco de dados HLR armazena as informações de assinatura da estação móvel (MO SMS), sendo, assim, possível o MSC associado saber se o serviço deve ser fornecido ao usuário.

Estando a estação móvel de origem liberada para enviar SMS, o MSC adicional encaminha a mensagem para o SMSC (*Short Message Switching Centre*), encarregado de enviá-la para o dispositivo móvel alvo chamado de MS final (MT SMS) (SOMMERVILLE, 2011).

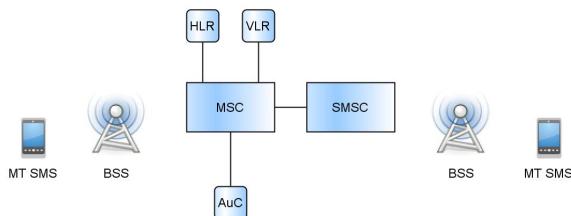
### 2.3 Android

A plataforma *Android* é o resultado da união de grandes empresas do setor de telecomunicações como ope-

---

## CONTROLE DE CARGAS POR MEIO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS E TECNOLOGIAS SEM FIO

---



**Figura 1:** Arquitetura SMS Tradicional. Fonte: Autores (2015).

radoras de telefonia móvel, companhias de semicondutores e fabricantes de *handset*, tendo como principal representante a companhia multinacional de serviços “em nuvem”. Essa tecnologia foi lançada em 05 de novembro de 2007, graças ao trabalho conjunto dessas empresas, que fundaram a *Open Handset Alliance* (BARROS, 2010).

Esta aliança tem por finalidade fornecer uma plataforma de desenvolvimento em código aberto para dispositivos móveis, que permita aos desenvolvedores implementarem e estenderem as aplicações dos seus dispositivos móveis (BARROS, 2010).

É possível criar aplicações para a plataforma *Android* utilizando o *Android SDK (Software Development Kit)*, um *software* que fornece um emulador para simulações, ferramentas utilitárias e uma API completa para linguagem Java, com todas as classes necessárias para o seu desenvolvimento de aplicações (LECHETA, 2013).

### 2.4 Arduino

O Arduino nasceu como uma proposta de criação de um *hardware* que facilitasse o desenvolvimento de aplicações em Eletrônica e Robótica para estudantes universitários de engenharia. Com um design simples e baixo custo de produção, rapidamente tornou-se um sucesso nos meios acadêmicos e no mundo de *hobbistas* da área de Eletrônica, com uma crescente comunidade de desenvolvedores que contribui constantemente para o progresso da ferramenta.

Desde seu primeiro protótipo, o Arduino teve inúmeros modelos lançados, possuindo uma linha básica padrão. Essa placa é equipada com um chip Atmega328, possui comunicação RS232, SPI, I2C e funções como o PWM (*pulse code modulation*), além de entradas e saídas analógicas e digitais, e a memória de programa. A linguagem de programação do Arduino é o *Wiring*, que se baseia em bibliotecas C/C++ e na plataforma de programação multimídia *Processing* (MARGOLIS, 2011).

Comparado com outras plataformas de desenvolvimento para microcontroladores, o Arduino possui uma melhor relação custo/benefício. Ele é uma multiplataforma, ou seja, podem-se desenvolver aplicações específicas para esse hardware em sistemas operacionais diferentes, fazendo esta ferramenta ser extremamente popular. A simplicidade de manuseio do ambiente de programação, com uma linguagem facilmente assimilada por iniciantes e, ao mesmo tempo, suficientemente completa para programadores mais avançados, também são características que fazem do Arduino uma plataforma muito utilizada (MCROBERTS, 2011), além de possuir inúmeras bibliotecas que estendem suas funcionalidades para a integração com outros *hardwares* que se acoplam fisicamente à placa, chamados de *Shields*.

### 3 Metodologia

Neste trabalho é desenvolvida uma aplicação do tipo SCADA para *smartphones* com plataforma *Android*, visando o controle e o monitoramento de dispositivos como lâmpadas, moto-bombas, portões elétricos, ar condicionados ou qualquer outro dispositivo eletrônico. Por controle entende-se ligar/desligar uma lâmpada, abrir/fechar um portão elétrico e por monitoramento entende-se o ato de obter o estado ou ler informações fornecidas de um dispositivo, como um sensor de alarme, sensor de presença, ou mesmo o estado em que se encontra uma lâmpada, ligada ou desligada.

Esta aplicação permite que o usuário crie um *login* e uma senha para servir de autenticação ao acessar o sistema. A importância disso se dá pela natureza da aplicação, onde o acesso indevido de pessoas não autorizadas ao aplicativo pode comprometer a segurança da planta monitorada. No caso de o celular com a aplicação ser perdido ou furtado isso evita que estranhos possam ter acesso a informações da planta e o controle eletrônico dos meios de acesso.

Em uma aplicação SCADA há diversas telas que representam os sistemas supervisórios com os atuadores, sensores e suas conexões semelhantes ao meio físico (ALBUQUERQUE; ALEXANDRIA, 2007). Na aplicação desenvolvida, essas telas recebem o nome de plantas. Cada planta é formada por uma imagem de uma planta baixa correspondente a topologia da área onde estão os dispositivos, e por botões que representam os dispositivos localizados geograficamente na planta. A aplicação deve estar apta a sofrer modificações como alterar as configurações dos dispositivos controlados, adicionar ou remover novos elementos ou plantas sem que seja necessário desenvolver uma nova aplicação.

O sistema controlador aqui chamado de Central

Controladora é composto por um microcontrolador e dois *Shields* acoplados. Este recebe as mensagens através de comunicação sem fio, e deve ser capaz de verificar as mensagens recebidas e modificar ou ler o estado dos dispositivos conectados conforme o comando recebido.

Para que haja a comunicação entre o dispositivo móvel e o controlador ou dispositivo móvel e a câmera, é necessário que ambos estejam conectados a uma mesma rede sem fio. Para o projeto foram propostos tipos de comunicação, *Bluetooth* e mensagens SMS e *Wi-fi*.

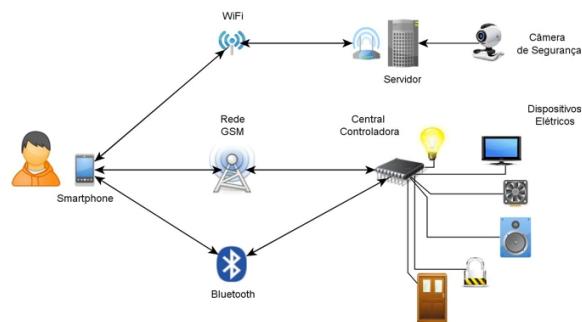
Essas diferentes comunicações sem fio foram propostas para prover uma maior disponibilidade do sistema. Devido a questões de localização, infraestrutura das redes, disponibilidade da rede e outros fatores, nem sempre será possível se conectar com a rede preferida ou mais aconselhada com base na situação. Assim, no caso de uma rede sem fio não estar disponível, o usuário terá sempre à disposição outra alternativa para se conectar com o sistema e assim poder monitorá-lo. No caso em que todas as comunicações sem fio estiverem apresentando problemas de conexão, obviamente não seria possível acessar o sistema, se tornando assim um caso crítico e muito peculiar.

Na Figura 2 é apresentada a estrutura geral do sistema, com o usuário acessando a aplicação através do *smartphone*, este se conectando através das redes sem fio que funcionam como o meio físico de acesso a Central Controladora e ao Servidor da Câmera de Segurança, e a Central recebendo os comandos e repassando-os aos diversos dispositivos conectados.

A programação feita para *Android* é desenvolvida em Java, portanto é necessário instalar o JDK (*Java Development Kit* - Conjunto de Ferramentas de Desenvolvimento Java), que configura um ambiente próprio para o desenvolvimento e a compilação dos códigos em Java. A versão do JDK instalada foi a 1.6.0 update 23 (ORACLE, 2011). O JDK apenas configura o ambiente e suas variáveis. Para ter acesso às APIs e ferramentas da plataforma *Android* é necessário instalar o Android SDK, este contém as bibliotecas padrões do *Android* e do Java, inúmeras ferramentas que auxiliam o programador incluindo uma ferramenta para *debug*, e um emulador em que é possível simular um dispositivo *Android* com a maioria dos seus recursos no próprio computador. Foi utilizada a SDK, versão 16 para Windows (0, 2011).

A plataforma de desenvolvimento utilizada foi a IDE (*Integrated Development Environment* - Ambiente de Desenvolvimento integrado) Eclipse 3.6.2 Helios (ECLIPSE). Esta IDE possui assistente de código, é compatível com inúmeras linguagens de programação,

e há diversos plugins que adicionam novos recursos a ferramenta. O ADT (*Android Development Tools* - Ferramentas de Desenvolvimento Android) é um plugin para Eclipse que integra a IDE com o *Android SDK*. Este plugin configura a IDE oferecendo todas as ferramentas do *Android*, como um assistente de criação de projetos, configuração do emulador, uma ferramenta para *debug*, entre outras (LECHETA, 2013).



**Figura 2:** Estrutura geral do sistema de automação desenvolvido. Fonte: Autores (2015).

O dispositivo móvel utilizado foi um *smartphone* LG P970 com o sistema Android versão 2.3.4 e kernel Linux versão 2.6.3. Para a produção dos ícones do aplicativo foi utilizado o *software* de manipulação de imagens GIMP, na sua versão 2.6.11 para Windows (GIMP). A programação do controlador foi escrita na linguagem de programação Arduino (baseada em *Wiring*) (MONK, 2015) que é basicamente composto de um conjunto de funções em C/C++. O ambiente de desenvolvimento utilizado foi a IDE Arduino versão 0022 (baseado na ferramenta *Processing* (BEN; REAS, 2010; MCROBERTS, 2011). A Figura 3 apresenta os dispositivos e *hardwares* utilizados.

Os *softwares* citados foram utilizados em uma máquina com sistema operacional Windows 7 Home Premium de 64 bits, processador Intel® Core® I3 2,27 GHz com 4 GB de memória RAM.

### 3.1 Levantamento de requisitos

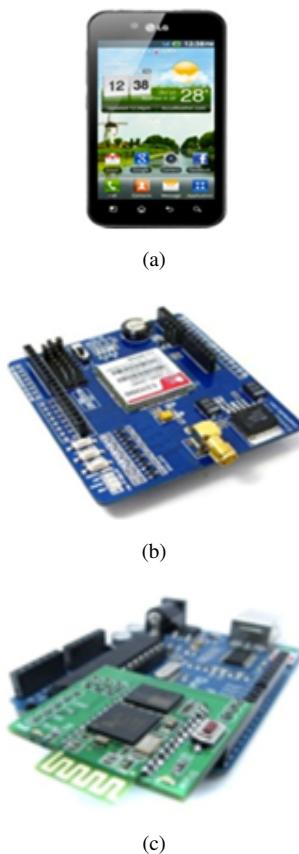
Requisitos são especificações das funcionalidades e restrições do software. Os requisitos descrevem o que o sistema se propõe a fazer, como deve se comportar mediante as entradas e quais saídas devem ser esperadas como resultados.

Deste modo, os requisitos do usuário são:

1. A aplicação deve ser segura, permitindo a proteção dos dados do utilizador.

2. Deve-se permitir a criação de telas que representem visualmente o ambiente monitorado.
3. Devem ser apresentados na tela os aparelhos que se deseja monitorar.
4. O aplicativo deve se comunicar remotamente com um sistema microcontrolado.
5. Alarmes devem ser sinalizados.

Enquanto isto, os requisitos do sistema são:



**Figura 3:** Dispositivos e *Hardware* utilizados no sistema desenvolvidos (a) LG P970. (b) *Shield bluetooth* acoplado no Arduino, (c) *Shield GSM/GPRS*. Fonte: Autores (2015).

1. Para o primeiro acesso ao sistema deve ser criada uma conta de usuário com *login* e senha.
2. Toda vez que for iniciada uma nova sessão, devem ser requisitados os campos de *login* e senha.
3. Uma imagem de uma planta baixa deve ser previamente armazenada no cartão de memória ou na memória interna do *smartphone*, durante a criação da planta o usuário pode selecioná-la para usar na aplicação.
4. Uma lista com todas as plantas criadas pelo usuário deve ser apresentada logo depois de fazer o *login* na aplicação.
5. Deve-se apresentar as opções de adicionar uma nova planta e de poder deletar uma planta já existente.
6. Opções de adicionar novo dispositivo, editar e deletar devem estar disponíveis em um menu.
7. Cada dispositivo adicionado deve ser configurado conforme o tipo de equipamento, sua posição no sistema microcontrolado deve ser informada.
8. Módulos de conexões diferentes para cada tipo de comunicação sem fio.
9. Comandos sobre um protocolo simples são enviados e recebidos para ativar e atualizar a tela com o estado dos dispositivos.
10. Os números de telefone do *smartphone* e da Central Controladora devem ser cadastrados previamente.
11. Botões que representem sensores e alarmes devem ser sinalizados como alarmes.
12. Um endereço eletrônico de *e-mail* deve ser cadastrado previamente.

## 4 Resultados

Ao executar a aplicação e acessar o sistema, o nome de usuário e senha são checados com o banco de registro. Caso os dados digitados pelo usuário não estejam cadastrados, é apresentada uma mensagem de erro na tela. Após a confirmação de usuário, é mostrada uma lista onde são visíveis as plantas criadas pelo usuário bem como a opção de criação de uma nova planta (Figura 4(a) e Figura 4(b)).

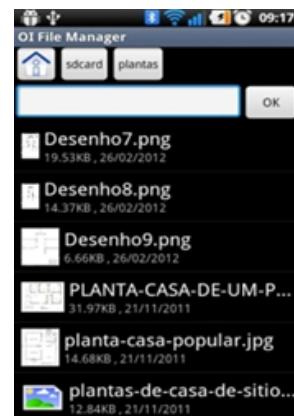
Ao criar uma nova planta, o sistema abre um explorador de pastas no qual o usuário deve navegar até o diretório onde se encontra a imagem da planta a ser utilizada, como pode ser visto na Figura 6(a). Uma vez selecionado o arquivo da imagem, a aplicação checa se está no formato e dimensões compatíveis, e o usuário confirma a criação da nova planta escolhida atribuindo-lhe um nome (Figura 4(b)).

Após a seleção de uma planta para edição, o editor de tela é iniciado. Na tela de edição é possível adicionar dispositivos na planta e dispô-los em qualquer posição de dentro da imagem da planta (Figura 5(a)). Ao adicionar um novo dispositivo, o usuário é apresentado a uma lista dos possíveis equipamentos para seleção (Figura 5(b)). Ao selecionar um dispositivo da lista, a janela de configuração de dispositivo é iniciada, nela é possível dar um nome ao dispositivo, e deve ser informada a posição em que se encontra no controlador. Uma caixa de seleção pode ser marcada caso o usuário deseje receber alertas por *e-mail* das ações executadas do dispositivo (Figura 6(c)).

A tela de edição também permite que sejam removidos os dispositivos. Quando o supervisório é acessado pela primeira vez, o módulo *Bluetooth* é ativado e realiza uma busca pelos dispositivos disponíveis para conexão, como pode ser visto na Figura 6(a). Ao selecionar um dos dispositivos, o sistema utiliza o endereço MAC do dispositivo para iniciar uma conexão com o servidor. Na Figura 6(b) é mostrada uma janela de aviso, enquanto a conexão *Bluetooth* é processada.

Sendo a conexão realizada com sucesso, o MAC é armazenado nas configurações do usuário e utilizado para se conectar automaticamente nas próximas sessões. Na Figura 6(c) é mostrado o supervisório em estado conectado. A tela do supervisório permite a interação com os dispositivos da planta, podendo ligá-los ou desligá-los. Um histórico do funcionamento dos dispositivos é apresentado em uma janela abaixo da planta.

Um menu de opções pode ser acessado durante a execução do supervisório (Figura 7(a)). Para a utilização do módulo de comunicação SMS, é necessário fornecer o número de telefone do *smartphone* em que está instalado o aplicativo supervisório, e o número de



(a)



(b)



(c)

**Figura 4:** Interfaces do aplicativo desenvolvido. (a) Explorador de mapas e plantas baixas. (b) Confirmação de criação de nova planta. (c) Lista de plantas. Fonte: Autores (2015).



(a)



(a)



(b)



(b)



(c)



(c)

**Figura 5:** Interfaces de configuração, sendo (a) Tela de edição de plantas baixas e dispositivos, (b) Lista de dispositivos, (c) Janela de configuração de dispositivo. Fonte: Autores (2015).

**Figura 6:** Busca de dispositivos bluetooth, (a) tela dos dispositivos visíveis, (b) conexão em andamento, (c) Supervisório conectado. Fonte: Autores (2015).

telefone da Central Controladora (Figura 7(b)). Para receber alertas via correio eletrônico, é preciso configurar o módulo com o e-mail e a senha da conta (Figura 7(c)). Para receber o alerta de um dispositivo é necessário marcar opção de e-mail durante a configuração de cada dispositivo.

O editor de plantas oferece suporte para a adição de câmeras de monitoramento. Essas câmeras devem estar instaladas em um servidor que possa ser acessado através de conexão com utilizando seu endereço IP (*Internet Protocol*).

Na Figura 8 é apresentada a Central Controladora em funcionamento composta por um Arduino e os *shields Bluetooth* e GSM/GPRS.

A Central é conectada a um computador por um cabo USB, onde é monitorado o funcionamento do microcontrolador que recebe os comandos enviados pelo supervisório.

Os comandos enviados pelo supervisório através da comunicação Bluetooth são recebidos pela Central Controladora. Na Figura 9 é mostrado um monitor serial e as ações realizadas da simulação de vários equipamentos. Os dispositivos podem estar ligados às saídas físicas da central que correspondem aos pinos do microcontrolador. Conforme as ações mostradas pelo relatório de histórico na Figura 7(c), as mesmas são recebidas pela Central Controladora e apresentadas no monitor serial.

Vale ressaltar que o desenvolvimento deste projeto levou 6 meses, desde o levantamento dos requisitos até os testes e validações realizados para avaliar o sistema e protótipo desenvolvido

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho alcançou a proposta de criação de um aplicativo supervisório para dispositivos móveis aliando a portabilidade e a manutenção do sistema. A aplicação mostrou-se eficiente e de uma importância real para a automação de processos que requeriam um controlador menos robusto, podendo ser aplicado não somente na automação residencial, mas em qualquer outro sistema de automação supervisionado. Conclui-se também que o desenvolvimento de um supervisório para uma plataforma de dispositivos móveis permite que sejam utilizados todos os recursos disponíveis em um *smartphone*, e ao fazer o uso racional desses recursos e utilizando as técnicas e ferramentas disponíveis para esses dispositivos, é possível proporcionar ao usuário uma usabilidade semelhante ao de aplicativos de supervisão para computadores pessoais.

Constata-se que o aplicativo aqui desenvolvido proporciona um maior conforto ao usuário ao reduzir o es-



(a)



(b)



(c)

**Figura 7:** Interface do Supervisório, sendo (a) Opções da tela do supervisório, (b) Configuração do módulo SMS, (c) Configuração do módulo de alerta de e-mail. Fonte: Autores (2015).

forço muscular e mental na ação de tarefas repetitivas do cotidiano. A segurança juntamente com a economia de energia são outros dois fatores consequentes da natureza do supervisório.

Conclui-se também que pela simplicidade da aplicação, ela permite que um usuário comum possa ele mesmo, configurar o sistema de automação de sua residência ao criar uma planta e adicionar os dispositivos conectados ao sistema. Não há necessidade de um estudo detalhado ou conhecimento técnico do funcionamento da aplicação para poder manuseá-la.

Foi apresentado um caso de uso da aplicação em sistemas de automação residencial, entretanto, a aplicação pode muito bem ser utilizada em qualquer outro tipo de sistema, como sistemas de automação predial e industrial.

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, P. U. B.; ALEXANDRIA, A. R. de. *Redes industriais aplicações em sistemas digitais de controle distribuído*. 1. ed. Fortaleza: Edições Livro Técnico, 2007.

BARROS, A. C. S. *Análise Comparativa de Técnicas de Detecção de movimento e rastreamento de óleo, vídeo*. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Teleinformática) — Universidade Federal do Ceará, 2010. 92 p.

BEN, F.; REAS, C. *Getting Started with Processing - A Quick, Hands-on Introduction*. 1. ed. Massachusetts: Maker Media, 2010. 210 p.

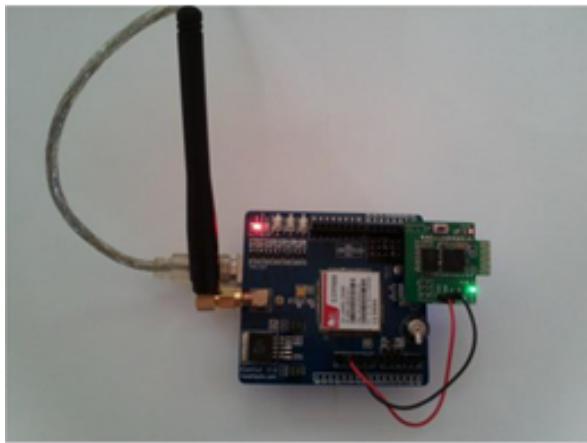
CISCO. *Estudo de Redes Visuais da Cisco prevê o aumento do tráfego de banda larga móvel global*. 2014. Disponível em: <<http://mwne.ws/1FYbng8>>.

D'SOUZA, R.; KARIYAPPA, B. S.; KUMAR, S.; KUMARI, M. U. Protocol implementation for short message service over ip. In: *Anais International Conference on Industrial and Information Systems, IEEE, ICIIIS6*. Sri Lanka: [s.n.], 2011.

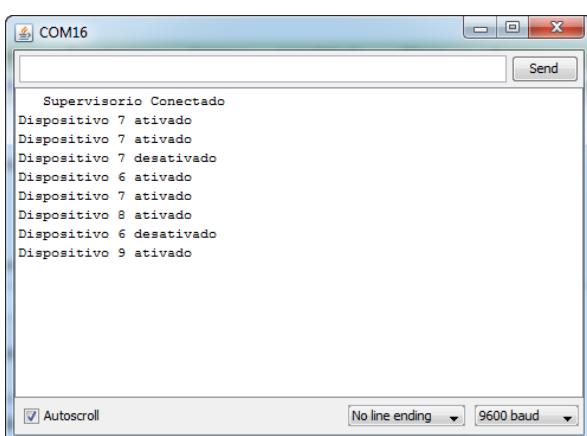
HUANG, S. A.; RUDOLPH, L. *Bluetooth Essentials for Programmers*. 1. ed. New York: Cambridge University Press, 2007. 198 p.

LECHETA, R. R. *Google Android: Aprenda a criar aplicações para dispositivos móveis com o Android SDK*. 3. ed. São Paulo: Novatec, 2013. 824 p.

MARGOLIS, M. *Arduino Cookbook*. 1. ed. Sebastopol: O'Reilly, 2011. 677 p.



**Figura 8:** Central controladora. Fonte: Autores (2015).



**Figura 9:** Monitoramento serial do Arduino. Fonte: Autores (2015).

---

CONTROLE DE CARGAS POR MEIO DE DISPOSITIVOS MÓVEIS E TECNOLOGIAS SEM FIO

---

MCRROBERTS, M. *Arduino Básico*. 1. ed. Fortaleza:  
Novatec, 2011. 456 p.

MONK, S. *Programação com Arduino*. 2. ed. Rio  
Grande do Sul: Bookman, 2015. 160 p.

PRIESS, W. *Mecanismos de Escalonamento com  
Qualidade de Serviços em Redes com Tecnologia  
Bluetooth*. Dissertação (Mestrado em Informática) —  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de  
Matemática,, Rio de Janeiro, 2003. 98 f.

SOMMERVILLE, I. *Software Engineering*. 9. ed.  
Scotland: Pearson, 2011. 792 p.