

MOBCONTROL: Aplicativo móvel para controle de dispositivos utilizando Arduino

Ayrton Maciel Krizan¹ – FATEC Carapicuíba

Daniele Lopes Bonilha² – FATEC Carapicuíba

Prof. Me. Mário Marques – FATEC Carapicuíba – *e-mail*: marques_m@yahoo.com

Prof(a). Dra. Silvia M^a. Farani Costa – Faculdade de Tecnologia de Carapicuíba.
silvia.costa01@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Os *smartphones* estão cada vez mais presentes na vida moderna, facilitando as atividades cotidianas com seus recursos e aplicativos. Com eles pode-se conectar à *internet* para comunicar, consumir conteúdo e até controlar dispositivos à distância. Este conceito de dispositivos conectados é conhecido atualmente como “Internet das Coisas”.

Muitos aparelhos possuem um controle remoto para dar comodidade na interação homem-máquina, mas cada controle, na maioria dos casos, só se comunica com o seu dispositivo específico. Alguns desses dispositivos têm a possibilidade de se conectar a *internet* possibilitando o controle através da rede, entretanto existem no mercado diversos aparelhos que não estão devidamente adaptados para serem controlados à distância via *smartphone*. Este trabalho propõe uma solução combinada de *hardware*, construído a partir da plataforma Arduino, e *software*, construído a partir da plataforma Android, para possibilitar a comunicação entre os dispositivos e o *smartphone*. Para isso, foi realizada a busca, leitura, interpretação e criação de resumos de artigos científicos para fazer o levantamento das características pertinentes ao projeto.

Os resultados obtidos são motivadores, já que com baixo valor investido em componentes eletrônicos, e o conhecimento adquirido nas disciplinas estudadas no curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas o projeto viabiliza o controle de televisores e condicionadores de ar de modelos distintos.

Palavras-chave: Arduino. Internet das Coisas. Comunicação à distância.

ABSTRACT

Smartphones are increasingly present in modern life, making everyday activities easier with their features and applications. With them it is possible to connect to the internet to communicate, consume content and even control devices from distance. This concept is known as “Internet of Things”.

Many devices have a remote control to make man-machine interaction easier, but each remote control, in most cases, only communicates with a specific device. Some of these devices are connected to the internet enabling control through the network, however there are several devices on the market that are not properly adapted to be controlled from a smartphone. This article proposes a combined hardware solution, built from Arduino platform, and software, built from Android platform, to enable remote communication between devices and smartphones. In order to do that, several scientific articles were read to gather all information needed to develop this project.

The results achieved are motivating, because with low investment in electronic components, and the knowledge acquired in the disciplines studied in the course of Analysis and Systems Development, the project is able to control televisions and air conditioners of different models.

Keywords: Arduino. Internet of Things. Remote communication.

¹ - Graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – *e-mail*: ayton.krizan@fatec.sp.gov.br

² - Graduação em Análise e Desenvolvimento de Sistemas – *e-mail*: daniele.bonilha@fatec.sp.gov.br

1 INTRODUÇÃO

Nos tempos atuais a maioria dos dispositivos presentes prezam a comodidade e oferecem um controle remoto para controlá-los sem a necessidade de locomoção até o aparelho. O maior exemplo de todos são os televisores, que há poucos anos existiam modelos que vinham sem este opcional e hoje é uma peça fundamental para qualquer aparelho.

Esta maravilha da vida moderna, o controle remoto, hoje é adotada por fabricantes de aparelhos de sons, aparelhos de DVD's, ares-condicionados, receptores de televisão a cabo entre outros, e com isso, nos sofás, ao redor das pessoas existem vários controles que ao invés de gerar praticidade, geram confusão no momento de trocar de canal ou ajustar o volume da televisão ou *home theater*.

O projeto visa diminuir a necessidade de manter vários controles remotos por perto, e deixar ao alcance o único aparelho indispensável para vida moderna, o *Smartphone*. Com um exemplar de *smartphone*, o MobControl e uma placa Arduino pode-se trocar de canal da televisão, desligar o DVD, deixar um clima mais gostoso controlando a temperatura do ar-condicionado e ainda pedir uma pizza sem a necessidade de trocar de dispositivos para cada ação.

Este projeto tem como objetivo geral desenvolver uma aplicação e um projeto de hardware que centralize o controle remoto de diversos dispositivos utilizando protocolos de comunicação TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*) e IR (*Infrared*). Para tanto, alguns objetivos específicos se fazem necessários: criar um projeto de *hardware* utilizando a placa Arduino UNO que receba comandos TCP/IP dos *smartphones* e envie comandos IR para os dispositivos; desenvolver um aplicativo na plataforma Android que possibilite o cadastro de diversos dispositivos; permitir o cadastro dos códigos dos controles remotos do dispositivo e o endereço IP correspondente da placa Arduino que faz a ponte de comunicação; desenvolver um projeto de *hardware* com Arduino que ajude a mapear os códigos dos controles remotos dos dispositivos.

Cada vez mais dispositivos são lançados com a possibilidade de serem controlados a partir de controles remotos, empilhando ao nosso lado, inúmeras caixinhas com botões de funções que muitas vezes ao invés de facilitar geram dúvidas de qual botão apertar para abaixar o volume da televisão, por exemplo. Para essas caixinhas, controles remotos, funcionarem precisam estar sempre abastecidos de pilhas alcalinas que além do custo elevado prejudicam o meio ambiente.

De acordo com os dados de uma pesquisa do Google, realizada em 2017, (UOL, 2017), sobre o uso de *smartphones* no Brasil, 62% da população utiliza esse tipo de dispositivo para diversas atividades como tirar fotos, acessar as redes sociais, mandar mensagens e fazer pagamentos bancários. Com tantas possibilidades de uso o aparelho se tornou hoje um companheiro inseparável, e é a melhor escolha para centralizar o controle de tudo que está ao redor, pois o aprendizado do uso de novos aplicativos é considerado fácil e a busca desses *softwares* para atividades diversas é diária.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo descreve os conceitos e tecnologias aplicados neste projeto, começando pelos paradigmas de computação ubíqua, computação pervasiva, computação móvel e internet das coisas nas seções 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4, respectivamente, e partindo para apresentação das tecnologias Arduino e Android, seções 2.5 e 2.6.

2.1 Computação Ubíqua

Segundo Weiser (1991), as tecnologias mais profundas são as que desaparecem, não na forma de se tornarem obsoletas, mas sim de se incorporarem ao dia a dia a ponto de não serem mais percebidas nos ambientes que estão, por exemplo, a energia elétrica nas cidades desenvolvidas só é notada nos eventos de apagão ou nas quedas rápidas.

Na tecnologia ubíqua os dispositivos cooperam entre si para construir uma inteligência no ambiente que está refletida nas aplicações distribuídas entre eles. Essa descentralização é uma característica presente no cenário ubíquo, e quanto mais presente essa tecnologia estiver menos perceptível ela deve ser, com isso chegamos à outra característica desse cenário, a invisibilidade.

Os cenários ubíquos ainda possuem as características de pró-atividade, sensibilidade, interfaces naturais e conectividade.

2.2 Computação Pervasiva

A computação pervasiva (*Pervasive Computing*) tem como principal objetivo fazer com que a interação homem-computador seja invisível, ou seja, fazer com que as pessoas utilizem métodos computacionais sem ter a necessidade do conhecimento de sua funcionalidade. Desta forma, o computador tem a capacidade de capturar informação do ambiente no qual ele está e utilizá-la para construir de forma dinâmica modelos

computacionais, ou seja, controlar, configurar e ajustar a aplicação para melhor atender as necessidades do dispositivo ou usuário (CHEN; FININ; JOSHI, 2003).

2.3 Computação Móvel

Computação móvel é considerada como um novo paradigma computacional sua ideia principal é ter a informação em qualquer lugar e a qualquer momento, pois com ela seu usuário tem acesso a serviços independentemente da localização podendo até estar em movimento (FIGUEIREDO; NAKAMURA, 2003).

Tecnicamente falando computação móvel é um conceito que envolve processamento, mobilidade e comunicação sem fio, e só é possível devido a evolução das tecnologias de rede. Hoje ela possui limitações em relação a largura da banda larga e a taxa de erro na rede móvel que é superior se comparada com as redes fixas (MILANES, 2004).

2.4 Internet das Coisas

Segundo definido no *Cluster of European Research Projects on Internet of Things Strategic Research Roadmap* em 2009, IoT (Internet das Coisas) é uma infraestrutura global dinâmica com capacidades de autoconfiguração baseadas em protocolos de comunicação padronizados e interoperáveis onde “coisas” físicas e virtuais têm identidades, atributos físicos, personalidades virtuais, usam interfaces inteligentes, e são perfeitamente integrados na rede de informações, sendo assim uma parte integrante da *Internet* do Futuro.

Para Buckley (2006), o conceito de IoT não deve ser entendido como revolucionário, mas sim evolutivo, assim como a evolução das tecnologias de rede atualmente (*Internet*, rede sem fio, plataformas de serviços, dentre outros). A IoT fornece, em especial, um roteiro evolutivo para sistemas móveis e sem fios.

Onze anos após esse conceito é possível observar que se tornou realidade, ao pensar em IoT as primeiras ideias que surgem são sobre aparelhos móveis controlando algum dispositivo através da rede sem fio. A *Internet* das Coisas continua a evoluir, hoje existem carros conectados com direção inteligente, casas conectadas, integradas ao alarme, janelas, luzes e dispositivos eletrônicos. Isso pode ser feito com dispositivos preparados para conexão com a Internet, ou, utilizando placas com processadores de baixo custo, como o Arduino, por exemplo, para integrar, e se comunicar com dispositivos que não possuem comunicação com a *Internet*.

Os avanços tecnológicos de intercomunicação têm tornado a IoT mais pervasiva, inteligente e interativa reforçando a ideia de ubiquidade (SANTAELLA et al., 2013).

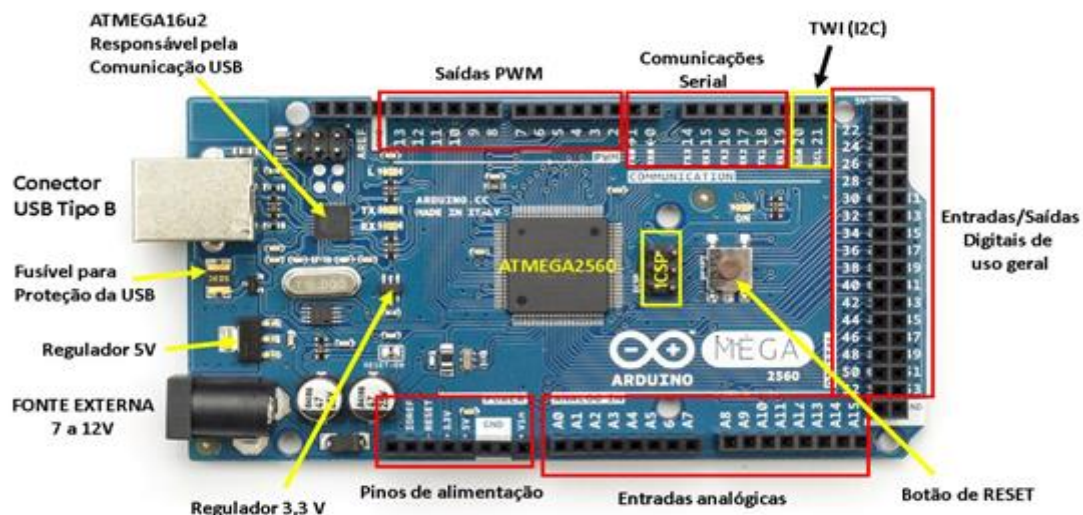
A ideia de Internet das Coisas pode ser simplificada na possibilidade de conectar diversos dispositivos usados no cotidiano à *Internet*, aliada à possibilidade do seu uso e controle à distância. Esta funcionalidade permite, entre outras coisas, que o usuário faça melhor uso do seu tempo, uma vez que ele pode automatizar, via web, várias tarefas sem a necessidade de estar próximo ao dispositivo controlado.

2.5 Arduino

Criado no *Interaction Design Institute* de Ivrea, com intuito de ser uma ferramenta rápida de prototipação para estudantes sem conhecimento anterior em eletrônica e programação, o Arduino, é uma plataforma eletrônica *open-source* e *cross-platform*, que contém suas próprias placas e linguagem de programação (baseada em *Wiring*) ambas abertas à contribuição do público. É fácil de utilizar sendo indicado para iniciantes e avançados (Arduino, 2017).

A placa Arduino é um microcontrolador com pinos que podem ser entradas ou saídas e podem ser combinadas com *shields* (placas especializadas para expandir a funcionalidade básica do Arduino) (EVANS; NOBLE; HOCKENBAUM, 2013). Na Figura 1 é apresentado o resumo da placa Arduino MEGA 2560 com suas 154 entradas digitais 16 entradas analógicas e os outros componentes que são demonstrados na imagem.

Figura 1 - Arquitetura padrão Arduino MEGA



Fonte: Embarcados, 2014.

Essa plataforma é a favorita entre os desenvolvedores de diversos projetos, principalmente relacionado a Internet das Coisas, por ter um custo baixo, código aberto, ambiente de desenvolvimento amigável e ser multiplataforma.

2.6 Android

O Android é uma plataforma de desenvolvimento para aplicativos móveis, contém um sistema operacional baseado em Linux e um ambiente de desenvolvimento poderoso, inovador e flexível (LECHETA, 2013).

Essa plataforma é muito popular, está presente em centenas de milhões de dispositivos móveis em mais de 190 países ao redor do mundo, por ser um sistema aberto e gratuito ele se tornou um dos favoritos entre os desenvolvedores. As ferramentas de desenvolvimento Android oferecem um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) em Java chamada Android Studio (GOOGLE, 2017).

Essa plataforma foi escolhida pela abrangência de dispositivos e também pela quantidade de ferramentas de desenvolvimento de qualidade gratuitas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho faz opção pelo método indutivo, pois parte do princípio que grande parte dos dispositivos digitais atuais pode estabelecer conexão entre si, no entanto, nem todos estão inclusos neste meio.

A principal ferramenta de pesquisa foi a busca de artigos científicos, bem como sua leitura, interpretação e criação de resumos concisos que possibilitem a facilidade de consulta.

A partir da leitura de todo o material disponível, fez-se o levantamento de todas as características pertinentes ao projeto e todos os componentes materiais e lógicos que seriam necessários para o desenvolvimento do mesmo.

4 DESENVOLVIMENTO

A seguir a especificação do comportamento do sistema assim como seus requisitos, funcionais e não-funcionais. Serão demonstrados diagrama de classes, a esquematização dos protótipos com Arduino e a apresentação das telas do aplicativo móvel.

4.1 Visão Geral

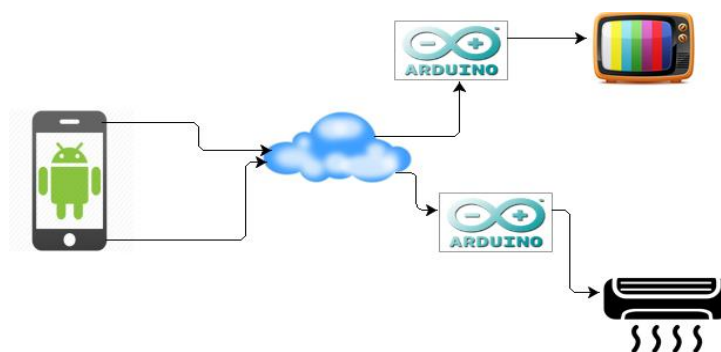
O usuário através do *smartphone* interage com seu aparelho televisão e/ou condicionador de ar através de comunicação via IP. Como nem todos os aparelhos televisores e ares-condicionados possuem esse tipo de comunicação utilizamos um projeto de *hardware* com uma placa Arduino, equipado com uma placa ESP-8266, módulo Wi-Fi, para fazer a recepção do comando enviado pelo celular.

O módulo ESP-8266 pode criar uma rede, se configurado para trabalhar em modo *Access Point*, mas em nosso projeto ele é configurado no modo *Station*, ou seja, tem que se conectar no mesmo roteador no qual o celular está conectado via Wi-Fi. Esse modo de trabalho foi escolhido para o usuário não ter que escolher entre se conectar à internet no seu roteador, ou conectar-se aos aparelhos que deseja controlar.

Após o Arduino ser acionado, ele transforma o comando recebido via IP para um sinal analógico, infravermelho, e o envia por uma saída digital na qual está acoplado um LED. Para o equipamento (televisão ou ar-condicionado) receber o sinal infravermelho, o LED deve estar posicionado bem em frente ao receptor do equipamento. Dependendo da posição do projeto de *hardware* ele consegue enviar sinal para mais de um equipamento.

Na Figura 2 está representado de maneira genérica o mapa de comunicação do projeto com um *smartphone* e duas placas Arduino.

Figura 2 - Mapa de Comunicação



Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2017.

4.2 Requisitos Não Funcionais

- RNF01 - O tempo da troca de informações entre o *smartphone* e o equipamento deve ser de, no máximo, 1 a 2 segundos;
- RNF02 – O sistema deve estar disponível a qualquer momento que o usuário precisar;
- RNF03 – Deverá ser criado um ícone na área de trabalho do *smartphone* para facilitar o acesso ao aplicativo;
- RNF04 – A porcentagem de eventos de falhas deve ser de 3% e o tratamento das mesmas deve ter tempo de 5 segundos.
- RNF05 – O aplicativo deve ter uma taxa de consumo de bateria de 2% ou menos a cada 10 minutos de uso;

- RFN06 – O aplicativo terá de ser desenvolvido em Java, para uso no *smartphone*, para a interconexão entre os equipamentos;
- RFN07 – A plataforma que suportará esse aplicativo será Android, pelo fato de ter maior público e ser melhor gerenciável;

4.3 Requisitos Funcionais

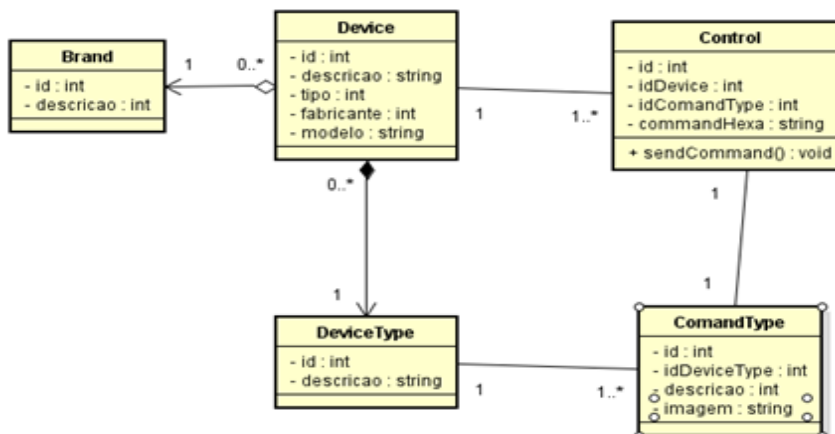
- RF01 - O sistema deve permitir que o usuário cadastre os dados de um dispositivo informando, tipo, modelo e fabricante;
- RF02 - O sistema deve permitir que o usuário altere a qualquer instante os dados do dispositivo sem que haja restrição;
- RF03 - O sistema deve permitir a exclusão do dispositivo cortando a linha de comunicação com o mesmo imediatamente;
- RF04 - O sistema deve permitir que o usuário realize consulta dos dispositivos cadastrados;
- RF05 - O sistema deve gerenciar as funcionalidades dos dispositivos a partir das necessidades do usuário, seja ligar ou desligar, mudar de canal, aumentar ou diminuir o volume ou temperatura.

4.4 Diagrama de Classes do Aplicativo Móvel

O diagrama de classes é considerado por alguns autores como o mais importante e o mais utilizado diagrama da UML (*Unified Modeling Language* - Linguagem de Modelagem Unificada). Seu principal objetivo é permitir a visualização de todas as classes que vão compor o sistema, com seus atributos, métodos e a maneira na qual elas se relacionam.

Na Figura 3 é apresentado o diagrama de classe do sistema MobControl.

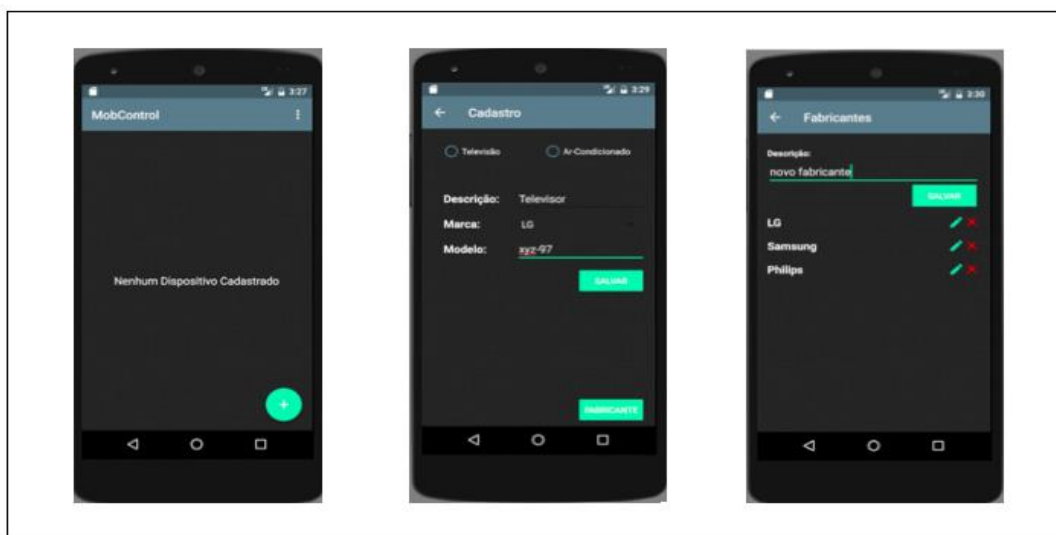
Figura 3 - Diagrama de Classe de Modelo



4.5 Telas do Aplicativo Móvel

Nesta seção são apresentadas as telas do aplicativo MobControl. Na Figura 4 temos a tela inicial sem dispositivos cadastrados, a tela de cadastro de dispositivos e a tela de cadastro de fabricantes, respectivamente.

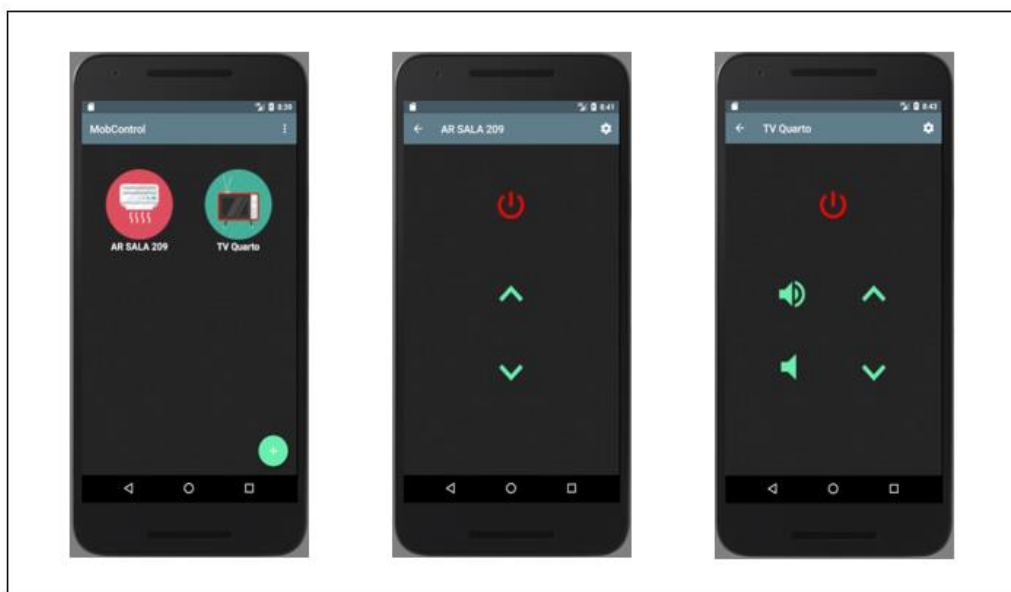
Figura 4 – Telas de cadastros



Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2017.

Na Figura 5 temos respectivamente a tela inicial com dispositivos cadastrados, a tela do controle de televisores e a tela do controle de condicionadores de ar.

Figura 5 – Telas de controles



Fonte:

Figura elaborada pelos autores, 2017.

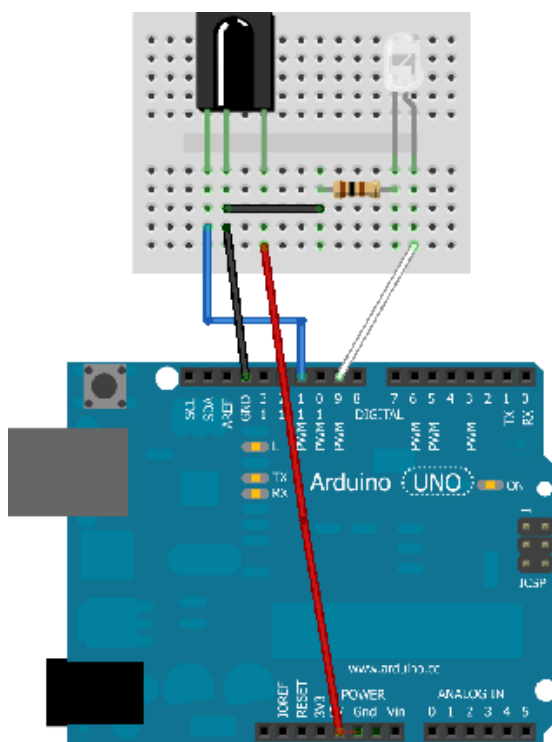
4.6 Protótipos de Hardware

Para criar a comunicação entre os *smartphones* e os aparelhos eletrônicos cadastrados no MobControl foram desenvolvidos protótipos eletrônicos, um com a finalidade de fazer a ponte de comunicação e outro para auxiliar no mapeamento dos códigos hexadecimais dos controles remotos.

4.6.1 Mapeamento dos Controles Remotos

No projeto de *hardware* apresentado na Figura 6 está a esquematização do circuito composto pelo Arduino UNO, conectado ao receptor infravermelho, resistores e LED, responsável em receber os sinais infravermelhos enviados pelo controle remoto do aparelho eletrônico desejado, e apresentá-los no “Monitor Serial” (ferramenta encontrada no Arduino Studio), para isso é necessário que o Arduino esteja conectado ao computador via cabo USB.

Figura 6 - Esquematização do circuito utilizado para receber os sinais Infravermelhos



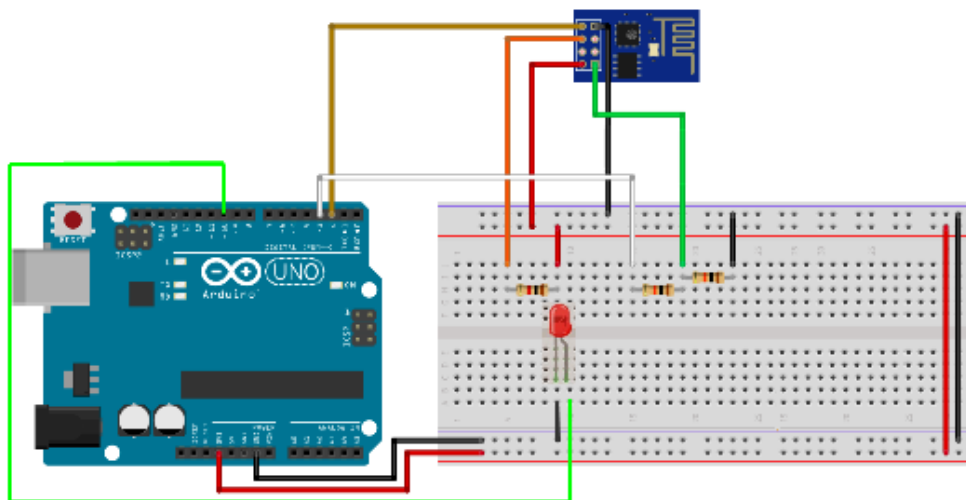
Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2017.

4.6.2 Ponto de Comunicação

Para auxiliar a comunicação entre os dispositivos e o celular do usuário foi criado o projeto eletrônico que está apresentado na Figura 7. Neste projeto temos o Arduino UNO que

está ligado a placa ESP8266 e a um LED infravermelho, utilizando uma protoboard, resistores e *jumpers*.

Figura 7 - Esquemática do circuito que faz a ponte entre os *smartphones* e os dispositivos cadastrados.



Fonte: Figura elaborada pelos autores, 2017.

4.7 Ferramentas de Desenvolvimento

Para o desenvolvimento deste projeto foi necessário o uso de algumas ferramentas, as quais estão listadas abaixo:

4.7.1 Astah

O diagrama de classes foi feito a partir do Astah, um software de fácil utilização para modelagem UML (*Unified Modeling Language*- Linguagem de Modelagem Unificada).

4.7.2 Android Studio

Para construção do aplicativo foi utilizado a IDE (*Integrated Development Enviroment*) Android Studio, da Google.

A linguagem adotada nessa plataforma para implementar as regras de negócio é JAVA. Para desenhar as telas pode tanto ser feito com JAVA ou escrevendo arquivos XML com a configuração dos componentes que serão desenhados em modo de execução do aplicativo, além da possibilidade de arrastar o componente visual desejado direto para o leiaute do aplicativo.

4.7.3 SQLite

Para salvar os dados cadastrados no aplicativo é utilizado o banco de dados SQLite que está presente na maioria dos celulares com o sistema operacional Android.

SQLite é uma biblioteca em linguagem C que implementa um banco de dados SQL embutido. Programas que usam a biblioteca SQLite podem ter acesso a banco de dados SQL sem executar um processo SGBD separado, ou seja, a biblioteca lê e escreve diretamente no disco do *smartphone*.

4.7.4 Arduino Studio

Para o desenvolvimento do código embarcado na placa Arduino foi utilizado a IDE Arduino Studio com a linguagem de desenvolvimento C e a Arduino-IRRemote, uma biblioteca para facilitar a comunicação entre a placa Arduino e os receptores e LEDs infravermelhos.

Após o código ser compilado ele deve ser carregado na Placa que o executa em *looping* infinito.

4.7.5 Web Service

O projeto implementado no Arduino disponibiliza um webservice que é consumido com o *smartphone* via protocolo HTTP e verbo POST. O Arduino recebe a requisição e logo em seguida encerra a comunicação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento deste projeto resultou em um aplicativo capaz de disponibilizar formulários para preenchimento de dados cadastrais de dispositivos, fabricantes e códigos dos controles remotos, tais dados são salvos em um banco de dados SQLite encontrado nos *smartphones* Android. O aplicativo também pode enviar requisições web com código do comando desejado utilizando o verbo POST do protocolo HTTP para qualquer endereço cadastrado nos dispositivos.

Para recepcionar os comandos enviados pelo aplicativo foi construído um protótipo de *hardware* com Arduino e alguns componentes. Esses comandos são recepcionados, interpretados e mostrados no computador, caso a placa esteja conectada em uma porta USB. O objetivo geral era enviar esses comandos por sinais infravermelhos para os dispositivos, mas o projeto de *hardware* com os componentes apresentados no desenvolvimento não é capaz de tal atividade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para atender o objetivo geral (desenvolver uma aplicação e um projeto de hardware que centralize o controle remoto de diversos dispositivos utilizando protocolos de comunicação TCP/IP e IR) foi necessário a troca da placa Arduino UNO pela placa Arduino MEGA AT2560, pois a biblioteca escolhida para facilitar a codificação do Arduino não é compatível com a placa Arduino UNO.

Este projeto possibilita a inclusão de novas funcionalidades tais como a personalização de controle; inclusão de novos tipos de dispositivos; criação de site social para compartilhar informações do mapeamento dos controles e um servidor web para manter a base de códigos de dispositivos já cadastrados pela comunidade. Também é possível codificar uma nova biblioteca de infravermelho que seja compatível com a placa Arduino UNO.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. **Computação Ubíqua, Princípios, Tecnologias e Desafios** - XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 2003.

ARDUINO. **What is Arduino?** Disponível em <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction> > Acesso em 15 Jan 2017.

BUCKLEY, J. **From RFID to the Internet of Things: Pervasive networked systems**. European Union Directorate for Networks and Communication Technologies. 2006.

CERP-IoT. Cluster of European Research Projects on the Internet of Things, 2009. **Internet of Things: Strategic research roadmap**.

CHEN, H, FININ T., JOSHI A. **Semantic Web in a Pervasive Context-Aware Architecture**. Artificial Intelligence in Mobile System, October 2003.

EMBARCADOS. **Arduino MEGA 2560**. Disponível em <<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560/>> Acesso em 2 Mai 2017.

EVANS, Martin; NOBLE, Joshua; HOCKENBAUM, Jordan. **Arduino em Ação**. São Paulo: Novatec, 2013.

FIGUEIREDO, Carlos Maurício Seródio; NAKAMURA, Eduardo. **Computação Móvel: Novas Oportunidades e Novos Desafios**. **T&c Amazônia**, Manaus, v. 2, n. 1, p.16-28, 2 jun. 2003. Semanal.

GOOGLE. **Android, the world's most popular mobile platform**. Disponível em <<https://developer.android.com/about/index.html>> Acesso em 30 Jan 2017.

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

MATEUS, Geraldo R. e LOUREIRO, Antonio A.F. **Introdução a Computação Móvel**. 11a Escola de Computação, Rio de Janeiro, 1998.

MILANÉS, Anolan. **Agentes de software para Computação Móvel**. 2004. 17 f. Monografia (Especialização) - Curso de Sistemas da Informação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

SANTAELLA, Lucia et al. Desvelando a Internet das Coisas. **Geminis: Internet pós-web: a internet das coisas**, São Carlos, v. 1, n. 2, p.19-32, maio 2013.

UOL. **Uso de smartphones cresce 3,5 vezes no Brasil em quatro anos**. Disponível em <<https://tecnologia.uol.com.br/noticias/redacao/2017/02/28/uso-de-smartphones-cresce-35-vezes-no-brasil.htm>> Acesso em 23 Mar 2017.

WEISER, M. **The Computer for the 21st Century**. Scientific America, set., 1991, p. 94-104; IEEE Pervasive Computing, New York, v. 1, n. 3, Sep. 2002

“O conteúdo expresso no trabalho é de inteira responsabilidade do(s) autor(es).”