



**Universidade Federal do Espírito Santo**  
**Centro Tecnológico**  
**Departamento de Engenharia Elétrica**  
**Práticas de Laboratório**

## **RELATÓRIO FINAL**

# **ILUMINAÇÃO CONTROLADA POR VOZ**

**Alunos:** Fernando Bisi, Gabriel Valdino, Matheus Vicente e Renato Flávio

**Professores:** Anselmo Frizera Neto e Jadir Eduardo Souza Lucas

27 Julho de 2017  
Vitória - ES

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1 Materiais.....</b>	<b>4</b>
3.1.1 Placa RobotDyn Mega 2560.....	5
3.1.2 Módulo Bluetooth HC-05.....	6
3.1.3 LEDs RGB.....	6
<b>3. Métodos.....</b>	<b>7</b>
3.2.1 Circuito do Módulo Bluetooth HC-05.....	7
3.2.2 Circuito dos LEDs RGB.....	8
3.2.3 Planta.....	9
3.2.4 Controle por Voz.....	10
3.2.5 Placa de Circuito Impresso.....	12
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>17</b>

## 1 Introdução

Controle por voz é uma das “10 tendências tecnológicas emergentes” citadas na publicação “CEDIA Expo INSIDER”, baseada nas tendências captadas durante CEDIA Expo 2012. Segundo a Aureside (associação brasileira de automação residencial e predial) em 2015 apenas 0,5% das casas brasileiras, cerca de 300 mil, têm algum tipo de automação, contra média de 18% na Europa e nos Estados Unidos (mostrados no gráfico e tabela abaixo). O reconhecimento de voz, presente em casas, telefones, GPS's, jogos, serviços de atendimento ao consumidor etc., é considerada uma das “5 tendências que devemos acompanhar”, pela edição de 2012 da CEA (Consumer's Electronics Association), logo, a utilização de sistemas de automação controlados por voz é indiscutivelmente interessante pois alia o desenvolvimento e aperfeiçoamento tecnológico com o conforto e a economia. A fim de aperfeiçoar os conhecimentos e habilidades sobre esta área, foi desenvolvido um esquema que simula um sistema de iluminação de uma residência que funciona a partir de comandos de voz.

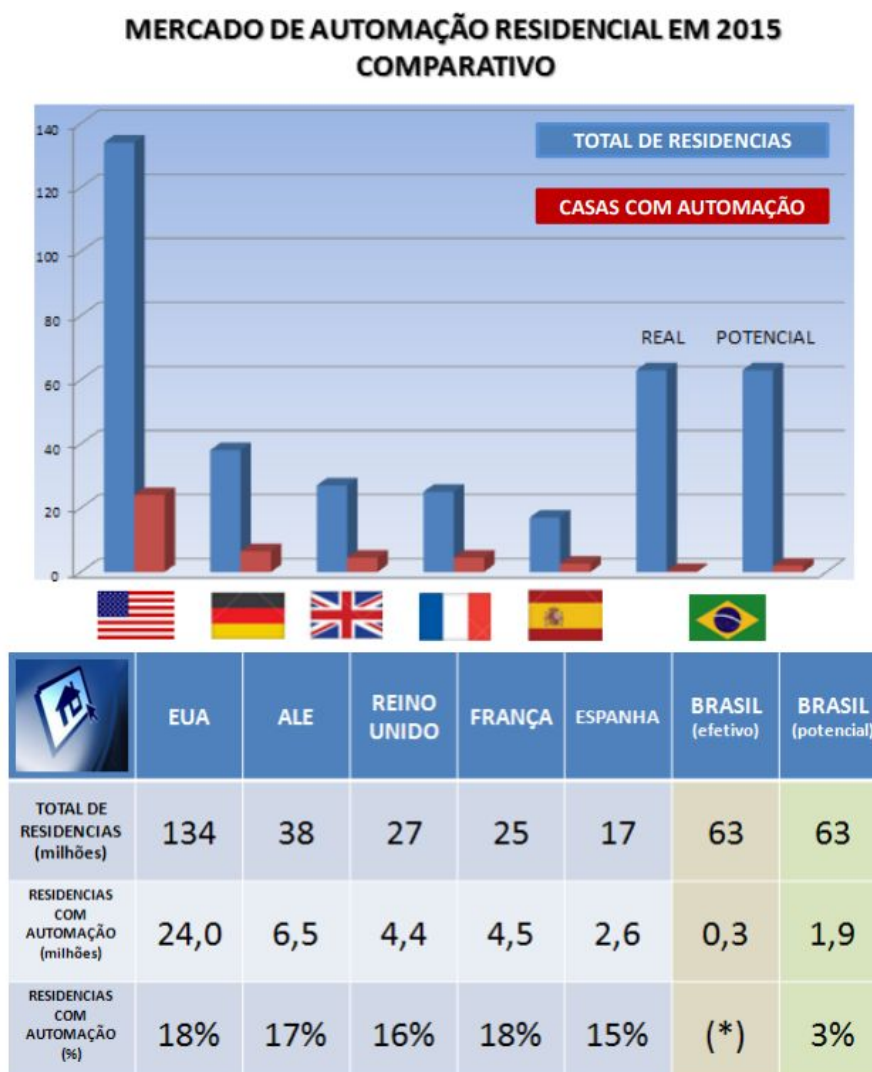


Figura 1 - Taxa de utilização da automatização residencial em países do mundo

## **2 Objetivos**

O projeto tem como objetivo desenvolver um modo de automatização de acionamento de lâmpadas de um ambiente por comando de voz na busca pelo conforto, pela economia e pela necessidade de modernização do ambiente residencial, comercial e até público, deixando-o mais moderno e prático.

Outro objetivo é buscar métodos para o controle da iluminação de um ambiente viáveis economicamente e fáceis de se aplicar no cotidiano. Isso, aliado a outros sistemas de uma casa inteligente, traz avanços na automação residencial, portanto aumenta a qualidade de vida dos indivíduos que se beneficiam dessas vantagens.

## **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **3.1 Materiais**

#### **Lista geral de materiais de utilizados:**

- 01 Placa RobotDyn Mega 2560 CH340G/ATmega2560-16AU;
- 01 Módulo Bluetooth HC-05;
- 01 Placa de fenolite 10cmx10cm;
- 01 Solução de Percloroeto de ferro;
- 01 Papel couchê;
- 01 Ferro de solda;
- 25 gramas estanho em tubo;
- 02 Metros de Cabo Flat Arco-Íris 1mm de diâmetro;
- 02 Metros de Tubo termo retrátil 3.5mm de diâmetro;
- 01 Sugador de solda;
- 8 LEDs RGB de catodo comum
- 28 Jumpers macho-macho 10cm;
- 04 Jumpers macho-fêmea 10cm;
- 04 Resistores 1KΩ;
- 08 Resistores 220Ω;
- 08 Resistores 100Ω;
- 01 Powerbank 2200Ah;
- 01 Fonte CenWell AC-DC 12V 2A;
- 01 m<sup>2</sup> de isopor 10mm de espessura;
- 01 m<sup>2</sup> de cartolina verde;
- 01 Rolo de fita isolante;

- 01 Rolo de fita durex;

### 3.1.1 Placa RobotDyn Mega 2560

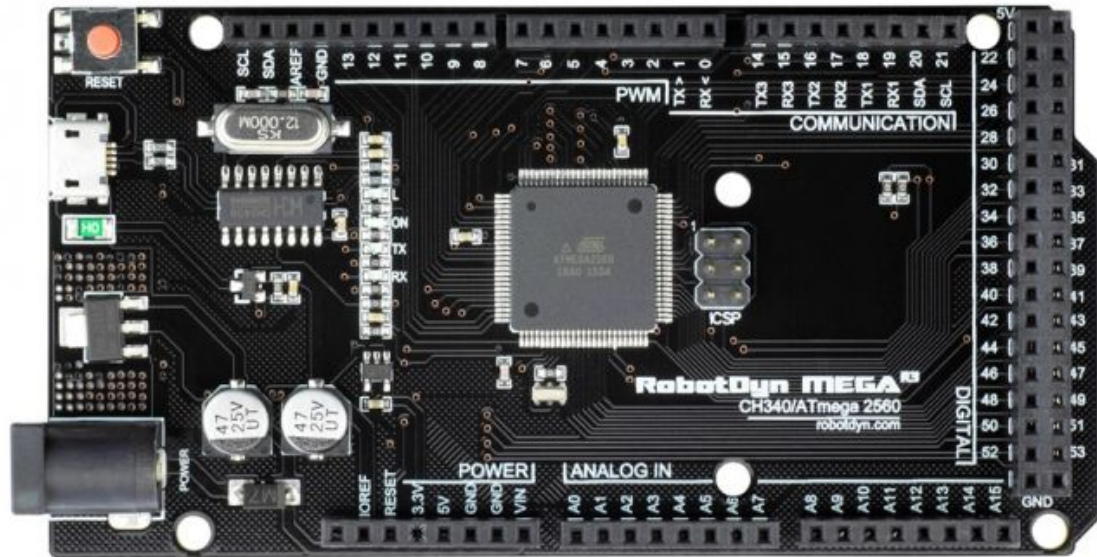


Figura 2 - RobotDyn Mega 2560

O Mega 2560 CH340G/ATmega2560-16AU é uma placa microcontroladora para sistemas eletrônicos em projetos mais complexos, com maior necessidade de pinos e portas. Inicialmente pretendíamos utilizar o Arduino Uno, porém, conforme o projeto foi avançando e ficando mais complexo, mudamos para o Mega, porque este possui 54 pinos digitais, dos quais 15 são PWM, e para a quantidade de LEDs RGB que foram utilizados (8), foram necessários a utilização de grande parte desses pinos. Ao contrário das placas arduinos originais, o mega 2560 da RobotDyn possui o conector microUSB ao invés do serial, mas a conexão se dá na mesma forma. Para obter resultados mais estáveis, alimentou-se a placa com um fonte AC-DC 12V 2A, para que não faltasse energia ao circuito provocando falhas de funcionamento.

### 3.1.2 Módulo Bluetooth HC-05

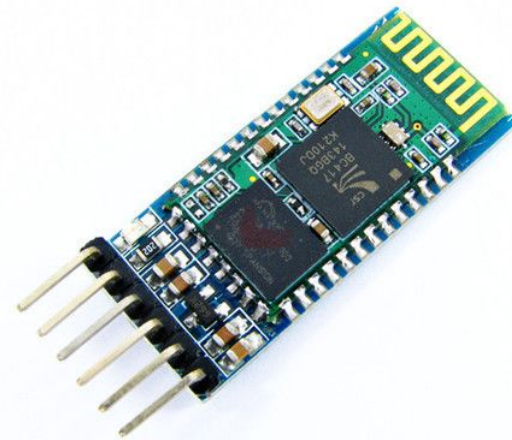


Figura 3 - Módulo Bluetooth HC-05

É um módulo para o Arduino que é utilizado para comunicação Bluetooth-Serial com o mesmo. Este módulo possui 6 pinos de utilização, GND, VCC, RX, TX, KEY e STATE, porém, para a aplicação do projeto, só serão utilizados os 4 primeiros. Os dois primeiros são auto-explicativos e o RX e o TX são as portas seriais, que fazem comunicação com o Arduino Mega.

Este módulo funciona em dois modos:

- No modo Master, onde pode ser utilizado para controlar outros módulos.
- No modo Slave, onde é usado para conectar o Arduino a um computador, celular ou outro módulo Master.

Para o escopo do nosso projeto, só precisamos do modo Slave.

### 3.1.3 LEDs RGB

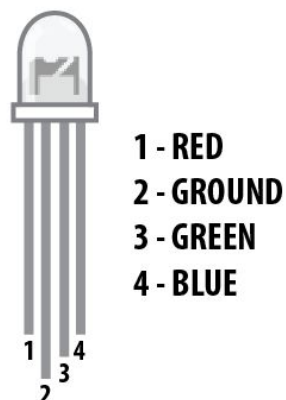


Figura 4 - LED RGB de cátodo comum

Os LEDs, principal item do projeto, que é utilizado para simular a iluminação dos cômodos da casa foram LEDs RGB de cátodo comum, ou seja, a energia vem dos pinos que correspondem à(s) cor(es) que se deseja estar(em) ligada(s). As informações de tensão, corrente e luminosidade são mostradas na tabela abaixo.

	Vermelho	Verde	Azul	Branco (todos acesos)
Tensão	2,0 V	3,2 V	3,2 V	-
Corrente	20 mA	20 mA	20 mA	60 mA
Luminosidade Máxima	800 mcd	4000 mcd	900 mcd	5700 mcd
Potência	40 mW	64 mW	64 mW	168 mW

### 3.2 MÉTODOS

#### 3.2.1 Circuito do Módulo Bluetooth HC-05

O HC-05, módulo bluetooth que utilizamos no projeto, tem um faixa de funcionamento ampla no pino VCC (de 3,3V a ~6V), porém, o pino RX, que serve para receber a comunicação serial do Arduino, só funciona com 3,3V. Como o Arduino fornece 5V pelas portas digitais, foi necessário a utilização de um divisor de tensão, com 1 Resistor de 1K em série com 2 Resistores de 1K em série, para fornecer a tensão adequada ao Módulo. O divisor utilizado está ilustrado abaixo:

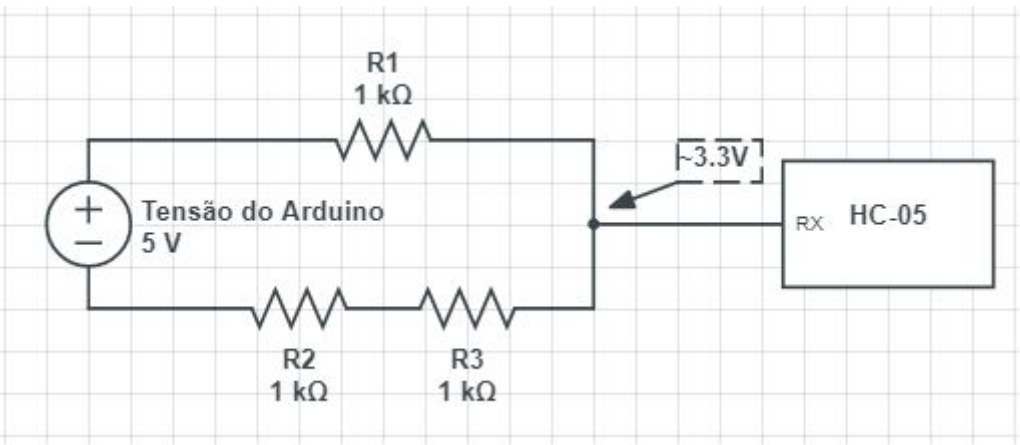


Figura 5 - Divisor de tensão do Módulo Bluetooth HC-05

### 3.2.1 Circuito dos LEDs RGB

Os LEDs RGB que utilizamos são de catodo comum, isso significa que o ponto comum das três cores do RGB é o catodo. Então, para seu funcionamento ideal, a fonte de tensão de cada um dos 3 pinos respectivos as cores deveria ser um PWM, para controlar individualmente cada um dos LEDs. Porém, como a quantidade de pinos PWM do Arduino é limitada (mesmo no Mega), se fez necessário desenvolver outra solução. Essa solução foi ligar os pinos R, G e B nas portas digitais do arduino e o PWM no cátodo comum. Para o circuito, foram utilizados dois resistores, um de  $100\Omega$  exclusivo para a cor vermelha, já que o LED vermelho possui queda de tensão ( $2,0\text{ V}$ ) menor do que a dos LEDs verde e azul ( $3,2\text{ V}$ ), portanto para misturar as cores se faz necessário igualar essa queda de tensão, e outro resistor de  $220\Omega$ , ligado entre o catodo do LED RGB e o pino PWM correspondente, para que a corrente no LED não seja acima de  $30\text{mA}$  e, em caso de falha no funcionamento de um LED provocar um curto entre o anodo e catodo, não ocorra um curto circuito entre um pino de PWM e um digital do arduino. O esquema do circuito está ilustrado abaixo:

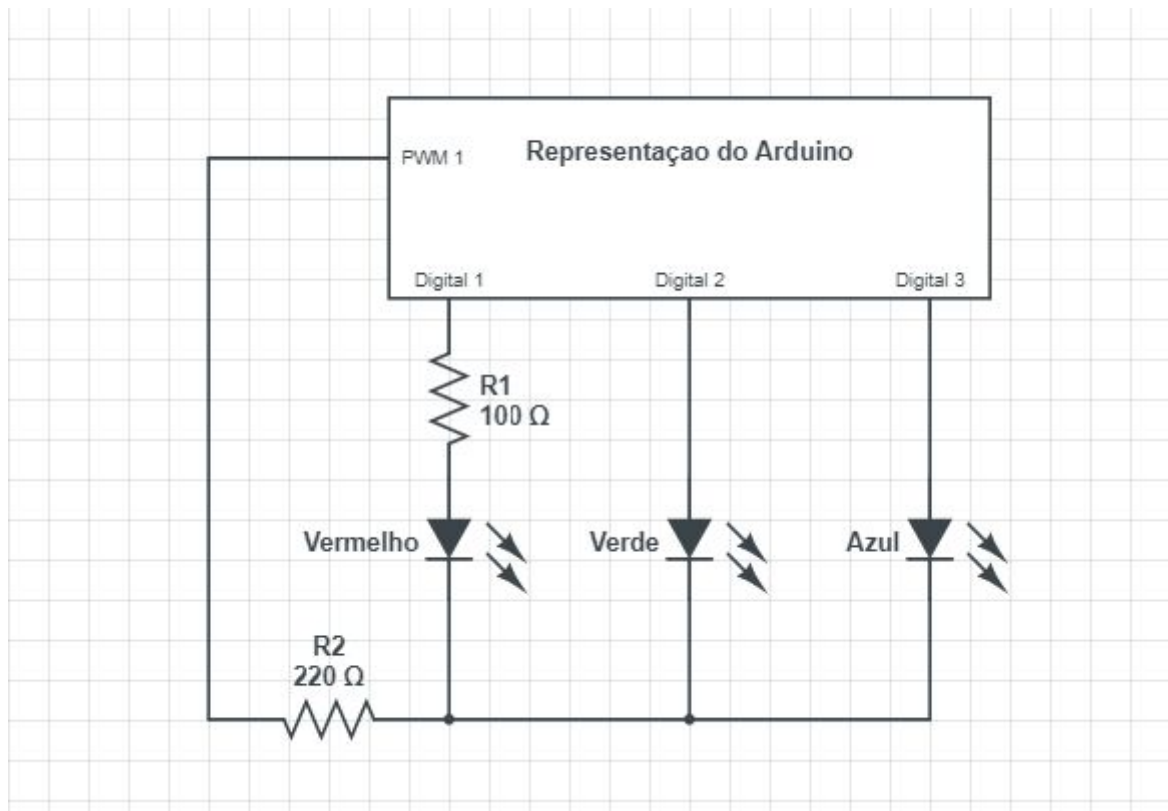


Figura 6 - Circuito dos LEDs RGB



3.2.3 Planta

Para representar a residência que o projeto se propõe a controlar, utilizamos uma planta baixa com 7 cômodos distintos, com 2 LEDs RGB no corredor, e 1 LED RGB nos demais cômodos da casa. Cada cômodo está identificado na figura abaixo.

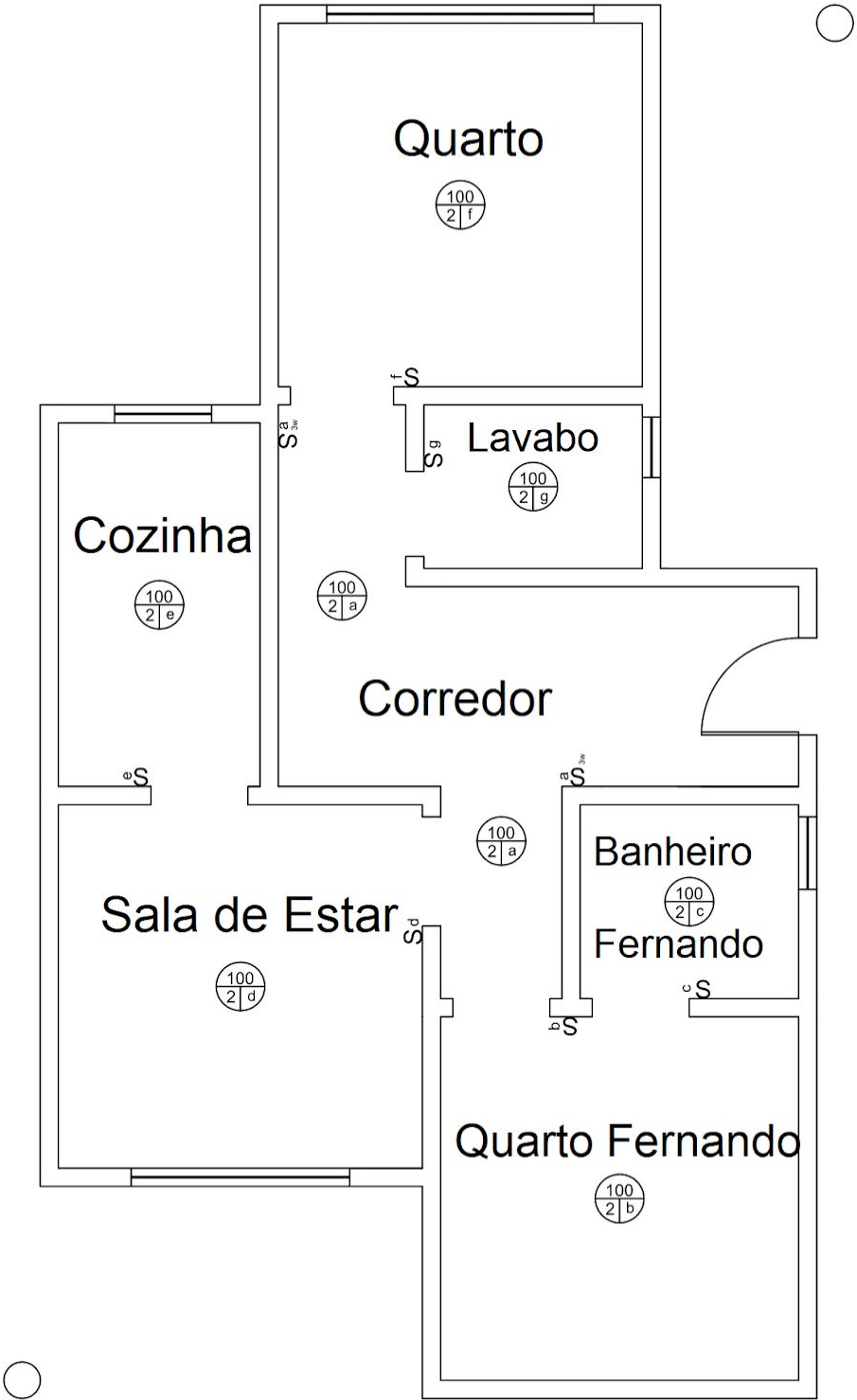


Figura 7 - Planta Baixa da Residência Simulada

### 3.2.4 Controle por Voz

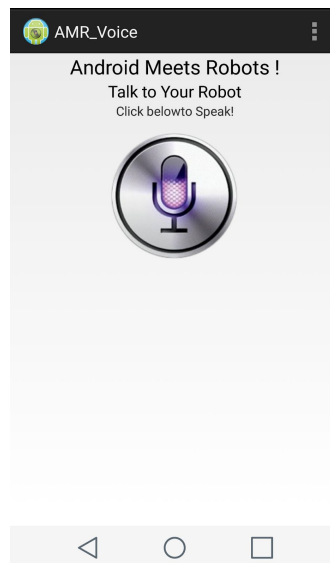


Figura 8 - Aplicativo de comunicação

O controle por voz funciona por meio de comandos enviados de um aplicativo de celular ou programa de computador para um módulo bluetooth ligado ao circuito (HC-05) que se comunica serialmente com o Arduino, que recebe e interpreta esses comandos. Por intermédio de um aplicativo (BT Voice Control for Arduino), que faz uso da API do Google de reconhecimento de voz, uma string contendo o comando a ser executado é enviado por Bluetooth para o módulo. Por meio dessa string, o programa ativa o(s) LED do cômodo desejado, nas cores e intensidades requeridas. O padrão de envio do comando é o seguinte:

\*<Ligar> <Cômodo> <Cor> <Intensidade<sub>1</sub>>

ou

\*<Desligar> <Cômodo>

(<sub>1</sub> Opcional, padrão: alta intensidade);

A lista com todos os comandos possíveis se encontra abaixo:

Ação	Cômodo	Cor	Intensidade
<ul style="list-style-type: none"><li>ligar</li><li>desligar</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>sala</li><li>quarto</li><li>cozinha</li><li>corredor</li><li>lavabo</li><li>quarto fernando</li><li>banheiro fernando</li><li>Todos</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>branco</li><li>vermelho</li><li>verde</li><li>azul</li><li>ciano</li><li>roxo</li><li>amarelo</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>forte</li><li>fraco</li></ul>

Abaixo pode-se observar um organograma do funcionamento do programa que realizará a função de controle da iluminação.

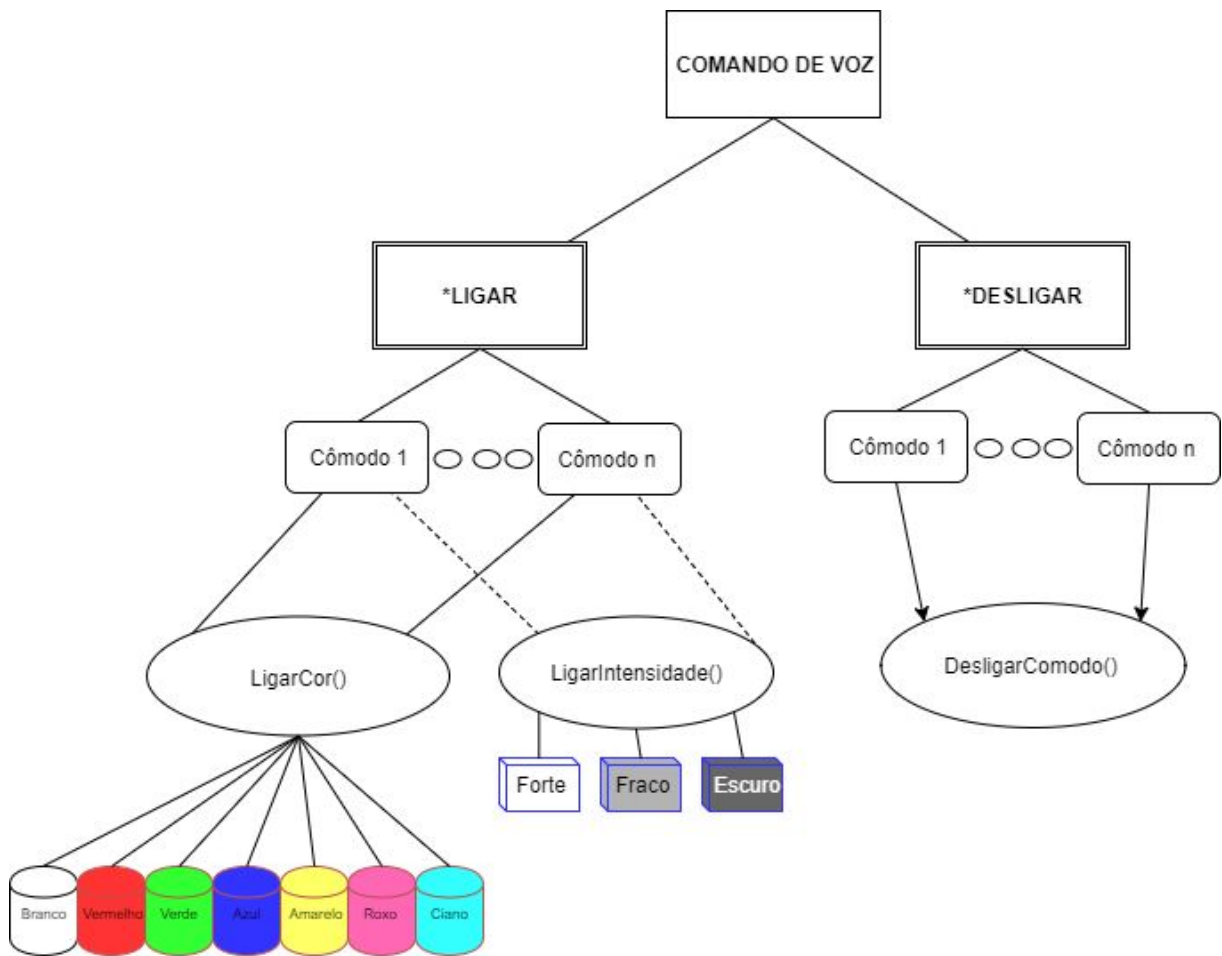


Figura 9 - Organograma de funcionamento dos comandos de voz

### 3.2.5 Placa de Circuito Impresso

A placa foi projetada para controlar, por meio de um Arduino mega 2560, um módulo bluetooth HC-05 e um conjunto de oito botões, o funcionamento de oito leds RGB (ânodo ou cátodo comum). A placa foi desenhada no Proteus Isis/Ares 7.7 com o intuito de simular um dispositivo que controla a iluminação de uma casa por meio de um aplicativo de celular que detecta comandos de voz, envia comandos via bluetooth para um arduino mega 2560, que determina qual operação realizar nos leds conectados à placa, demonstrado no fluxograma abaixo.

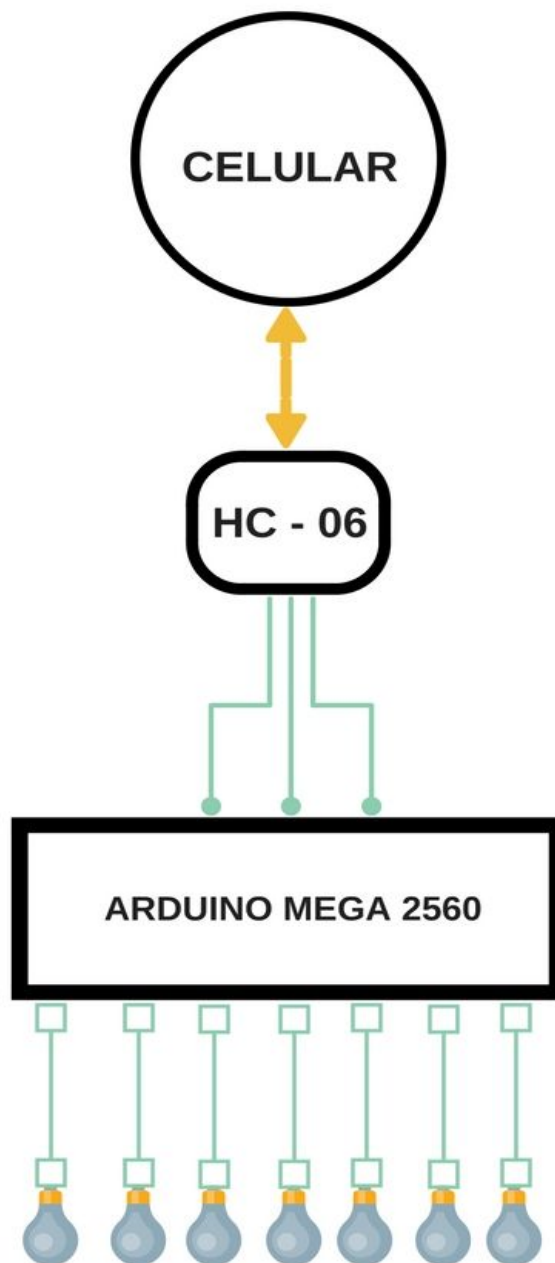


Figura 10 - Diagrama de Comunicação

O diagrama esquemático criado para gerar a placa impressa contém todo o sistema esquemático de ligação:

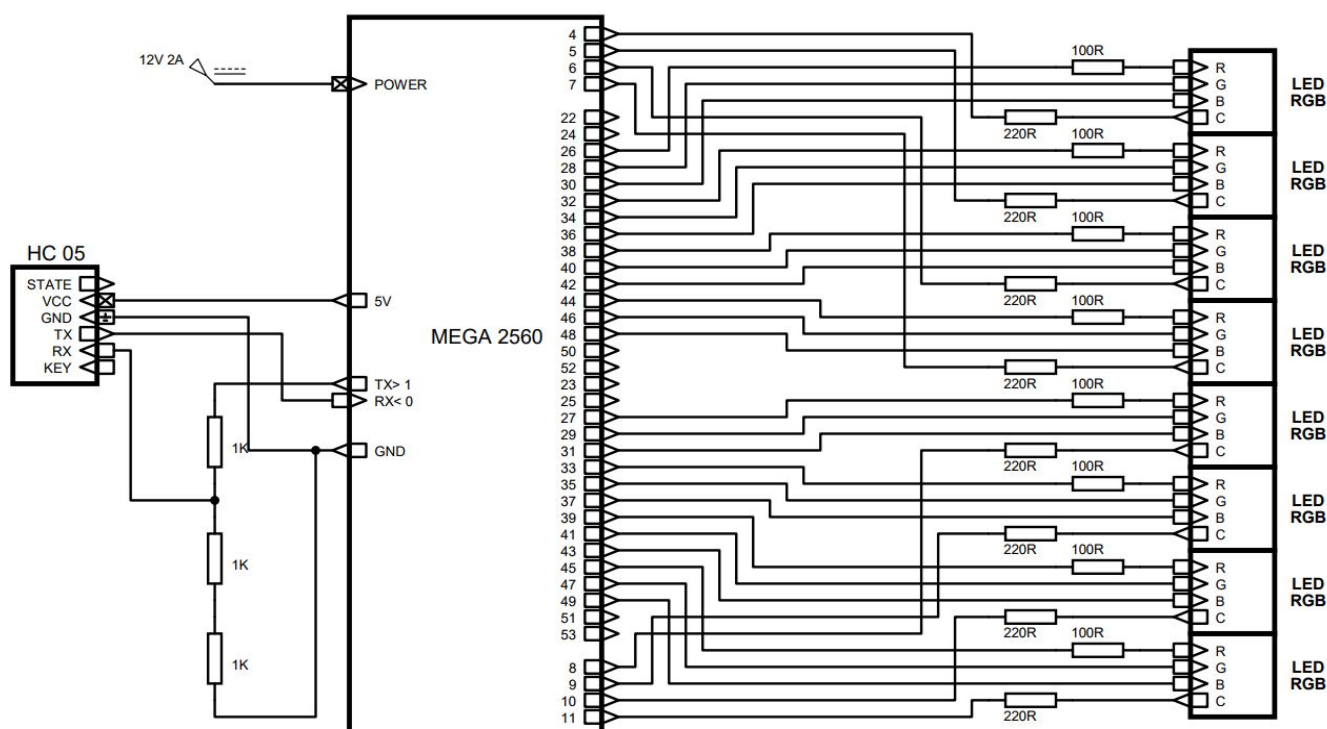


Figura 11 - Diagrama esquemático da placa

A confecção da placa foi realizada no PET de Engenharia Elétrica no CT 2 na Ufes Campus Goiabeiras, onde o desenho da placa foi impresso em uma folha de papel couchê e depois passada para uma placa de fenolite simples face (uma camada de cobre) com uma plastificadora de documentos. Em seguida a placa foi mergulhada em solução aquosa de perclorato de ferro ( $\text{FeCl}_{3(aq)}$ ) para corroer a camada de cobre indesejada. Após limpar com água corrente, a placa ficou pronta para furar e ser soldada. Os leds foram conectados à placa por meio de fios trançados de cobre 1mm de diâmetro, o módulo HC-05 foi conectado à placa por jumpers macho-fêmea e o arduino mega foi conectado por meio de jumpers macho-macho soldados nos pontos correspondentes na placa.



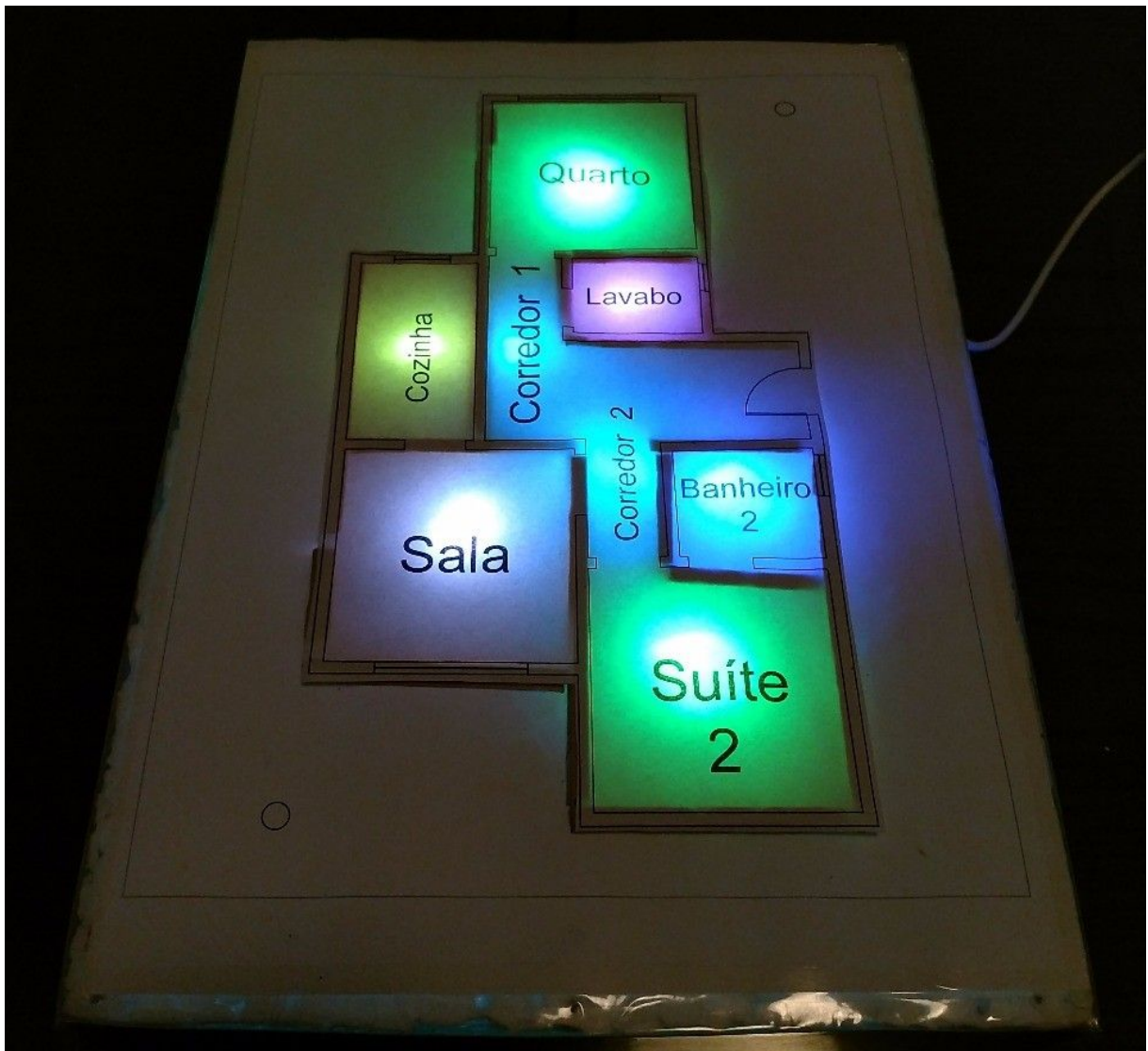


Figura 13 - Maquete do Projeto em Funcionamento

Porém, apesar de no final o projeto realizar sua função intendida, houveram diversos problemas ao longo do caminho, problemas esses que quase inutilizaram nosso projeto. Um dos problemas foi ter estanhado o cobre na placa de fenolite, apesar de ser uma proteção contra a corrosão, pode trazer alguns problemas e o professor recomendou não fazer, porém, por uma falta de comunicação, foi feito. Outro problema foi relacionado aos módulos Bluetooths, inicialmente compramos e iríamos utilizar um módulo HC-06, e ele funcionou perfeitamente até que, provavelmente por termos feito alguma ligação errada, o módulo parou de funcionar, ligava, porém não comunicava. Isso atrasou muito o desenvolvimento do projeto, e traria um problema muito grande, porém conseguimos contornar isso utilizando um outro módulo, HC-05, que conseguimos emprestado com o PET - Engenharia da Computação. Por último, e menos importante, os LEDs RGB, alguns deles, por um motivo alheio a nossa compreensão, tiveram algum de seus LEDs internos (de cores diferentes) queimados, e portanto, a maquete não pode apresentar todas as cores desejadas em todos os cômodos da residência simulada.

Foi possível adquirir uma enorme gama de aprendizado por meio da realização deste projeto, tanto nas áreas de elétrica quanto nas de computação. Pudemos conhecer e utilizar ferramentas como EAGLE e Proteus para criar placas de circuito integrado, aprendemos como transportar este circuito para o mundo físico, expandimos nossa prática na arte de soldar e aprendemos a utilizar este recurso em aplicações reais.

## **5 CONCLUSÕES**

Casas automatizadas estão se tornando uma forte tendência atualmente, seja pelo fato de controlar dispositivos de áudio e vídeo ou até mesmo acionar alarmes e luzes pré-programados. Esses fatos prezam conforto aos residentes da casa. Tendo em mente isso, o grupo pode mostrar que é simples o desenvolvimento de um sistema de controle da iluminação de uma residência a partir de comandos de voz, comprovando que não são necessários altos investimentos em tecnologias de ponta para proporcionar um ambiente mais agradável e prático.

Nosso projeto apresentou uma alternativa barata e simples de controlar processos do dia-a-dia, porém devido à circunstâncias inesperadas a execução não foi totalmente conforme esperávamos. Contudo a idéia de automatizar a iluminação por voz é altamente relevante quando se leva em consideração o conforto do usuário.

Pudemos concluir que as casas inteligentes não pertencem à um futuro distante; elas são o presente. A partir deste projeto, o grupo pôde aprimorar-se quanto à automatização residencial e pôde perceber que é acessível o desenvolvimento de outros projetos, assim como a iluminação controlada por voz, que visam o aperfeiçoamento tecnológico de uma residência.



## Referências Bibliográficas

LAVRADOR, M. **Automação residencial com comando de voz. Chegou a hora?** Disponível em: <  
[http://aureside.blogspot.com.br/2015/08/automacao-residencial-com-comando-de.ht](http://aureside.blogspot.com.br/2015/08/automacao-residencial-com-comando-de.html)  
ml > . Acesso em: 20 Jul. 2017.

AURESIDE. **MERCADOR DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL EM 2015 COMPARATIVO.** Disponível em:  
<[http://www.aureside.org.br/\\_pdf/potencial\\_2015.pdf](http://www.aureside.org.br/_pdf/potencial_2015.pdf)>. Acesso em 20 de Jul. 2017.

SANTOS, A. P. dos. **Controle de iluminação via comando de voz.** Brasília. 2008. Monografia (Graduação em Engenharia da Computação). Banca examinadora, Centro Universitário de Brasília.

ROBOTDYN. **Mega 2560 CH340G/ATmega2560-16AU.** Disponível em:  
<[http://robotdyn.com/catalog/boards/mega\\_2560\\_ch340g\\_atmega2560\\_16au\\_compatible\\_with\\_arduino\\_mega\\_2560/](http://robotdyn.com/catalog/boards/mega_2560_ch340g_atmega2560_16au_compatible_with_arduino_mega_2560/)>. Acesso em 03 Jul. 2017.

ELETRONICA60NORTE. **DATASHEET BLUETOOTH TO SERIAL PORT MODULE HC05.** Disponível em:  
<<http://www.electronica60norte.com/mwfls/pdf/newBluetooth.pdf>>. Acesso em 20 Jul. 2017.

MARTINS, Felipe Nascimento. **Introdução ao Arduino - exemplos de programação, circuitos e uso de sensores.** Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=xh0fMgWlJmk&feature=youtu.be>>. Acesso em 10 Jul. 2017.

Pet elétrica. **Aula de confecção de placas.** Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=8egld1oQqo8>> Acesso em 10 Jul. 2017.

Labcenter electronics. **Proteus Tutorial : Getting Started with Proteus PCB Design (Version 8.6).** Disponível em:  
<<https://www.youtube.com/watch?v=GYAHwYUUs34>>. Acesso em 15 Jul. 2017.