



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA  
DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO – CECAU**



**JOÃO PAULO DA SILVA SOUZA**

**CONTROLE DE ILUMINAÇÃO INTELIGENTE DE BAIXA POTÊNCIA POR MEIO  
DE DISPOSITIVOS COM SISTEMA OPERACIONAL ANDROID**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E  
AUTOMAÇÃO**

**Ouro Preto, MG**

**2016**

JOÃO PAULO DA SILVA SOUZA

CONTROLE DE ILUMINAÇÃO INTELIGENTE DE BAIXA POTÊNCIA POR MEIO DE  
DISPOSITIVOS COM SISTEMA OPERACIONAL ANDROID

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientador: Prof. M. Sc. Eduardo José da Silva Luz

Ouro Preto, MG

Escola de Minas – UFOP

Julho/2016

S729c

Souza, João Paulo.

Controle de iluminação de baixa potência por meio de dispositivos com sistema operacional android [manuscrito] / João Paulo Souza. - 2016.

51f.: il.: color; tabs.

Orientador: Prof. M.Sc. Eduardo José da Silva Luz.

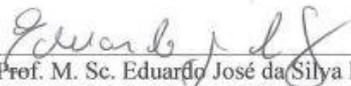
Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas Fundamentais.

1. Android (Recurso eletrônico). 2. Controle automatico - Domótica. 3. Controle automático - Iluminação. 4. Diodos emissores de luz - LED. 5. Sistemas embutidos de computador. I. Luz, Eduardo José da Silva. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 681.5

Catálogo: [ficha@sisbin.ufop.br](mailto:ficha@sisbin.ufop.br)

Monografia defendida e aprovada, em 02 de agosto de 2016, pela comissão avaliadora constituída pelos professores:

  
Prof. M. Sc. Eduardo José da Silva Luz - Orientador

  
Prof. Dr. Luiz Fernando Rispoli Alves – Professor Convidado

  
Prof. Dr. Alan Kardek Rêgo Segundo – Professor Convidado

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho e meu diploma de Engenheiro a Deus e a toda minha família.

## AGRADECIMENTOS

Essa conquista não começou há cinco anos quando iniciei o curso de Engenharia de Controle e Automação, ela se iniciou na minha infância com a educação que obtive dos meus pais. Passou então pelos primeiros professores que me alfabetizaram na pré-escola até chegar aos professores do ensino médio do Colégio Professora Vânia Jadir. Sou muito grato a esta escola, onde fiz grandes amigos e adquiri o conhecimento necessário para ser aprovado em um vestibular tão concorrido como o da Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP. Dessa forma, percebe-se que minha aprovação no vestibular da UFOP não foi um caso de sucesso do dia para a noite. Segundo Bel Pesce, eleita uma das 100 pessoas mais influentes no Brasil atualmente, não existe sucesso do dia para a noite. Embora histórias de pessoas que alcançam a vitória de forma repentina pareçam reais, sem sombras de dúvidas elas também são incompletas, uma vez que, ao investigá-las a fundo, iremos descobrir que houve um trabalho árduo antes de alcançar a recompensa.

Em meados de 2011, ingressei no curso em Engenharia de Controle e Automação. Os desafios estavam apenas começando e só foi possível superá-los graças a Deus, que me abençoou com uma turma de amigos que sempre foi muito unida e que buscou extrair ao máximo o que a UFOP nos oferecia de melhor. Dentre esses, destacam-se Rárisson, Paty, Cecé, Itamar e Zanini. Não posso deixar de agradecer também aos meus mestres e doutores: Rispoli, Paulo Monteiro, Agnaldo, Alan, Cocota, Joca, Vinicius. V, entre outros, que foram fundamentais na minha graduação.

Durante minha graduação, procurei sempre participar de alguma atividade extracurricular e sou grato as pessoas que acreditaram em meu potencial e confiaram em mim trabalhos importantes e de grandes responsabilidades, tais como: Prof. Rispoli (Laboratório de Automação Predial), Prof. Alan (PIP), Prof. Eduardo Luz (FAPEMIG), além de todos meus amigos da equipe 12 BIS e também ao porteiro Nascimento. Agradeço aos meus amigos Eduardo Silva, Samyra, Tamires, Jhon Jhon e Taís Takehara, que tiveram grande importância na elaboração deste trabalho.

À Milplan, conceituada empresa onde realizei meu estágio supervisionado. Obrigado pela confiança deposita em mim. Muito obrigado ao Nívio (Supervisor de Elétrica) pela experiência e conselhos que sempre procurou me passar no dia a dia e ao Charles

(Responsável pela Obra) por confiar em mim diversas responsabilidades que vão além de um simples estagiário.

Foi com a graça de Deus, que colocou essas pessoas em meu caminho, que consegui chegar até aqui. Ainda contei com uma família que me deu todo suporte e me ajudou a superar todas as barreiras. Aos meus pais, muito obrigado, vocês merecem 1/3 deste diploma. A minha tia Telma, pelo orgulho que sempre teve de mim pelo simples fato de eu estudar em uma federal. Ao meu padrinho Urialei, pelo companheirismo e amizade.

Hoje, estou vivendo o momento mais importante da minha vida com a certeza de que tudo valeu a pena, torno-me o 1º Engenheiro da minha família. Obrigado a todos!

“Esforça-te, e tem bom ânimo; não te atemorizes, nem te espantes, porque o Senhor teu Deus está contigo, onde quer que andares”.

(Josué1:9)

## RESUMO

A domótica é a automatização e o controle aplicados à residência e é realizada por meio do uso de equipamentos capazes de comunicarem interativamente entre si, a fim de executar as instruções de um programa previamente estabelecido pelo residente e com possibilidade de personalização conforme seus interesses. Devido ao conforto e às novidades que a domótica proporciona, existe grande demanda na área de automação residencial de dispositivos interconectados por redes sem fio. A empresa Google é atualmente a líder no mercado dos dispositivos de comunicação móvel e, por isso, o sistema operacional Android é amplamente popular entre empresas de tecnologia que buscam um *software* versátil, open-source, de baixo custo e customizável para dispositivos de alta tecnologia. Assim, ele está presente na maioria dos *tablets*, celulares e diversos aparelhos. Devido à facilidade de acesso e a sua vasta aplicação em dispositivos de comunicação móvel, desenvolveu-se no Android um sistema de controle de iluminação que comanda as cores de uma fita de LED. Aqui, desenvolver-se-á uma ferramenta computacional que pode ser utilizada nas áreas da saúde, industrial, comercial ou residencial. Investigar-se-á o efeito que ela tem nos ambientes para proporcionar um maior conforto térmico e visual ao usuário. Acredita-se que uma iluminação adequada em cor e intensidade possa diminuir a fadiga diária, aumentando a sensação de bem estar do usuário. Com a praticidade de controlar todo o sistema por meio de um smartphone, o usuário seleciona por meio do aplicativo a cor e a intensidade da iluminação desejada e este se comunica com um microcontrolador, que aciona a fita de LED. A iluminação também pode ser controlada automaticamente de acordo com a leitura de um sensor de luz do tipo *Light-Dependent-Resistor* (LDR). Para testar, um sistema embarcado foi desenvolvido, montou-se um protótipo de uma residência em escala reduzida e nela fez-se a simulação em que foi possível demonstrar o efeito e a viabilidade da sua utilização.

**Palavras-chave:** Android, domótica, controle de iluminação, LED, sistemas embarcados.

## ABSTRACT

Domotics is the automation and control applied to residences, and it is performed by equipments able to communicate interactively with each other in order to execute the instructions of a program previously established by the resident, also able to be customized according to their interests. Due to comfort and innovations that it provides, there's a great demand on home automation area for interconnected wireless network devices. Currently, Google is the leader in mobile communication market, and because of that the popular operational system Android is widely popular among technology companies who seek for a versatile, *open source*, low cost and customizable software for high technology devices. Hence, Android is present in most of tablets, cellphones and similar equipments. Due to this ease of access and its wide application in mobile communication devices, a lighting control system capable of controlling the color of a LED tape has been developed for Android phone. For this research it was developed a computational tool that can be used in such areas as health, industrial or commercial. It will be investigated the effect it has on the environments to provide greater thermal and visual comfort to its users. It is believed that a proper lighting in color and intensity can reduce the daily stress, increasing the user well being sensation. With such a convenience of controlling the entire system through a smartphone, the user selects the desired color and intensity of lighting using the mobile app, it then communicates with a microcontroller that triggers the LED tape. The lighting can also be automatically controlled, according to light sensor reading - type light-dependent resistor (LDR). To be tested it was developed an embedded system and also assembled a small-scale prototype, through which was possible to demonstrate the effect and feasibility of its utilization.

**Key-words: Android, home automation, lighting control, LED, Embedded Systems.**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1	A origem da domótica .....	16
1.2	Casas Inteligentes .....	16
1.3	O Projeto .....	18
1.4	Objetivos.....	18
1.4.1	Objetivos Genéricos.....	18
1.4.2	Objetivos Específicos .....	19
1.5	Metodologia.....	19
1.6	Justificativa do Trabalho.....	19
1.7	Estrutura do Trabalho .....	20
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
2.1	Iluminação .....	21
2.3	Cor .....	23
2.4	Círculo cromático .....	23
2.5	Propriedades das cores.....	24
2.6	Sistemas embarcados .....	25
2.7	Sistemas operacionais.....	26
2.8	Android.....	26
2.9	Sistemas de controle .....	27
2.10	Protocolo de comunicação.....	27
<b>3</b>	<b>ELEMENTOS DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....</b>	<b>28</b>
3.1	Protótipo .....	28
3.2	Microcontrolador ATMEGA 328P-PU .....	30
3.3	LDR.....	30
3.4	Fita de LED endereçável .....	31
3.5	Regulador de tensão LM350.....	31
3.6	Cristal oscilador 16MHz.....	32
3.7	Capacitores .....	32
3.8	Módulo <i>Bluetooth</i> .....	33
3.9	RGB .....	33
3.10	Placa de circuito impresso .....	34
3.11	<i>Softwares</i> .....	36
3.11.1	IDE – Arduino .....	36
3.11.2	Android Studio ® .....	36
3.11.3	O Aplicativo (App Monografia) .....	37

<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>48</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>49</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - CÍRCULO CROMÁTICO .....	22
FIGURA 2 - LÓGICA DE UM SISTEMA EMBARCADO .....	24
FIGURA 3 - PROTÓTIPO ANTES DO ACABAMENTO DE PINTURA .....	26
FIGURA 4 - PROTÓTIPO APÓS O ACABAMENTO DE PINTURA.....	27
FIGURA 5 - FUNDO DO PROTÓTIPO COM AS PAREDES ABERTAS .....	27
FIGURA 6 - ATMEGA 328P-PU .....	28
FIGURA 6.1 - LDR.....	29
FIGURA 6.2 - FITA DE LED ENDEREÇÁVEL.....	29
FIGURA 6.3 - LM350.....	30
FIGURA 6.4 - CRISTAL 16MHZ .....	30
FIGURA 6.5 - CAPACITORES.....	31
FIGURA 6.6 - MÓDULO BLUETOOTH .....	31
FIGURA 7 - CIRCUITO DA PCB.....	32
FIGURA 7.1 - LAYOUT DA PCB NO PROTEUS.....	33
FIGURA 7.2 - VISUALIZAÇÃO 3D DA PCB .....	33
FIGURA 8 - IDE ARDUINO .....	34
FIGURA 9 - TELA ANDROID STUDIO.....	35
FIGURA 10 - TELA INICIAL XML (DESIGN).....	36
FIGURA 10.1 - TELA INICIAL XML (TEXT).....	37
FIGURA 10.2 - CLASSE TELA INICIAL.....	38
FIGURA 11 - CLASSE LISTA DISPOSITIVOS.....	39
FIGURA 12 - TELA CONTROLE (DESIGN) .....	40
FIGURA 13 - SELECIONAR COR.....	41
FIGURA 14 - DADOS RGB VISTOS PELA TELA CONTROLE .....	42
FIGURA 14.1 - DADOS RGB VISTOS PELAS SERIAL MONITOR.....	43
FIGURA 14.2 - DADOS ROCK ATIVADO NA SERIAL MONITOR .....	43
FIGURA 14.3 - MODO LDR VISTO PELA SERIAL MONITOR .....	44
FIGURA 15 - TRILHAS DA PCB.....	44
FIGURA 15.1 - PCB VERSO .....	45
FIGURA 16 - MAQUETE FINALIZADA .....	45

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - EVOLUÇÃO DA ADOÇÃO DE ALGUMAS TECNOLOGIAS .....	16
TABELA 2 - CONCEITOS.....	20
TABELA 2.1 - ILUMINÂNCIA POR CLASSE DE TAREFAS .....	21
TABELA 2.2 - PROPRIEDADES DAS CORES.....	23
TABELA 3 - LISTA DE COMPONENTES .....	28

## LISTA DE ABREVIACÕES

APP – Application;

CNC - Controle Numérico Computadorizado;

IDE - *Integrated Development Environment*;

IRC - Índice de Reprodução de Cor;

I/O - *Input/Output*;

LED - *Light Emitting Diode*;

LDR - *Light Dependent Resistor* ou *Fotoresistor*;

PCB - *Printed Circuit Board*;

PWM - *Pulse Width Modulation*;

RGB -*Red, Green, Blue*;

SO - Sistema operacional;

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 A origem da domótica

Atualmente a informática está presente no cotidiano das pessoas sendo utilizada diariamente em nos diversos afazeres, sejam eles pessoais ou profissionais. O seu início na história ocorreu em uma época precursora da revolução tecnológica, quando um matemático, Alan Mathison Turing, idealizou uma máquina abstrata que poderia ser instruída a realizar qualquer tipo de cálculo, conhecida como a máquina de Turing. Ele consagrou-se como um dos maiores matemáticos de seu tempo, quando construiu a “conceituação matemática para noção de algoritmos, segundo os passos que um ser humano dá quando executa um determinado cálculo” (CHAGAS, 2002).

Desde quando foi inventado, até o final da década de 80, o computador era usado em poucos nichos de aplicações militares, acadêmicas e comerciais (MASIERO, 2004). Com o advento da tecnologia e o barateamento nos custos de produção destes equipamentos foram criados ao longo do tempo melhores produtos, otimizados e adaptados às mais diversas áreas. A tecnologia disseminou-se a tal ponto, que hoje está sendo aplicada às residências com o objetivo de promover conforto, praticidade e segurança aos seus usuários, surgindo então, a domótica.

## 1.2 Casas Inteligentes

A palavra domótica deriva das palavras domus (casa) e robótica (controle automatizado de algo), ou seja, a domótica define-se como a automação aplicada às residências, tornando-as “casas inteligentes” (ALVEZ; MOTA, 2013). Uma *Smart Home* ou “casa inteligente” é dotada de uma rede de comunicação capaz de conectar os aparelhos e serviços elétricos de modo que eles possam ser controlados, monitorados ou acessados remotamente (MOHAMED et al., 2014). *Smart Home* é o termo comumente usado para definir uma residência que integra tecnologia e serviços tais como um sistema de controle automático de iluminação, temperatura, segurança, entre outros, por meio da rede doméstica para aumentar a eficiência de energia e melhorar a qualidade de vida (HSIEN-TANG, 2013).

Uma tecnologia que vem sendo amplamente utilizada nas *smart homes* é o LED (Diodo Emissor de Luz). Este, por ser “dimerizável”, pode ter seu brilho e sua tonalidade controlados em prol de um maior conforto térmico, devido a ausência de radiação, e maior

conforto visual para os usuários, pois seus feixes de luzes são direcionais. Assim, é possível alterar a cor da iluminação sem a necessidade de substituição das lâmpadas, facilitando a implantação de um sistema inteligente de iluminação, além de uma maior economia de energia.

As lâmpadas de LED, quando comparadas com os outros tipos, apresentam maior eficiência energética, livres de manutenção e alta durabilidade. Além disso, esse tipo de lâmpada não contém mercúrio, pode ser instalado em luminárias especiais projetadas para fácil desmontagem e reciclagem (PHILIPS, 2014). Há ainda outra vantagem, a luz dos LEDs não emite raios ultravioleta ou infravermelho, reduzindo o dano sobre os alimentos expostos (UNILED, 2011).

O LED não se restringe apenas ao uso residencial e possui grande utilidade no setor comercial e industrial, motivando ainda mais investimentos nesta tecnologia. A automação é uma das grandes áreas tecnológicas que foi beneficiada com o surgimento do LED, uma vez que este vem sendo usado para o desenvolvimento de sistemas de iluminação inteligente com maior eficiência, durabilidade e sustentabilidade.

Hoje, existe grande demanda na área de automação residencial para dispositivos interconectados por redes sem fio, mas é interessante pontuar que, de acordo com Bortoluzzi (2013), “a década de 70 pode ser considerada o marco inicial da automação residencial, quando foram lançados nos EUA os primeiros módulos inteligentes chamados X-10”. O protocolo X-10, desenvolvido para controle remoto de dispositivos, tinha como principal característica o uso da própria rede elétrica como meio de comunicação, utilizando o conceito de PLC (*Power Line Carrier*). Com o advento da tecnologia e da computação, houve um grande crescimento da telefonia móvel e outras tecnologias que tiveram boa aderência pelos consumidores.

Isso explica porque, nos países mais desenvolvidos, o cenário para as “casas inteligentes” vem evoluindo de maneira muito positiva nos últimos anos. Credita-se a isso a popularização de diversas tecnologias, seja pelo aspecto educativo do consumidor, seja pelos preços decrescentes (MURATORI, 2011). De modo semelhante, observa-se no Brasil uma rápida incorporação de novas tecnologias no cotidiano dos usuários. A seguir, na TABELA 1 tem-se a evolução na adoção das principais tecnologias utilizadas em casas inteligentes.

**Tabela 1 – Evolução da adoção de algumas tecnologias**

<i>Tecnologia</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2015(*)</i>
Cabeamento estruturado	42%	61%	49%	53%	80%
Monitoramento de segurança	18%	28%	29%	32%	81%
Multirroom audio	9%	12%	15%	16%	86%
Home Theater	9%	8%	11%	12%	86%
Controle de iluminação	1%	2%	6%	8%	75%
Automação integrada	0	2%	6%	6%	70%
Gerenciamento de energia	1%	5%	11%	11%	62%

Fonte: MURATORI, 2011

### 1.3 O Projeto

Este projeto consiste em um sistema de automação residencial voltado para o controle de iluminação capaz de controlar o acionamento das lâmpadas bem como a cor da iluminação desejada via *Bluetooth*. Além disso, possui boa versatilidade, sendo controlado através de um aplicativo, programado em linguagem Java, para dispositivos dotados do sistema operacional Android, utilizando o *software* Android Studio® e embarcado em um Arduino, que foi programado em linguagem *Wiring*. Uma outra contribuição deste trabalho consiste no controle automático da luz, que de acordo com a leitura de um sensor de luz LDR, ajusta automaticamente a intensidade de luz adequada para se obter a melhor relação economia x conforto visual. Há ainda um modo de iluminação voltado para boates e casas noturnas, tornando este projeto ainda mais versátil.

### 1.4 Objetivos

#### 1.4.1 Objetivo Geral

Promover novos conceitos e tendências de iluminação inspirado nas *smart homes*, controlando a iluminação de forma inteligente, através de um microcontrolador de fácil programação e um smartphone dotado do sistema Android, proporcionando ao usuário um maior conforto visual.

#### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um sistema embarcado de automação residencial para controle de iluminação, utilizando a tecnologia *Bluetooth* em conjunto com um Arduino;
- Desenvolver um aplicativo para Android que será a interface de controle da iluminação.

#### 1.5 Metodologia

Sendo o controle de iluminação tema desta monografia, procurou-se um modo de abranger, ao máximo, o conhecimento disponível acerca deste assunto, direcionando-se para um estudo que resultasse num produto moderno, de pequeno investimento e útil às residências. Portanto, foi realizado um estudo sobre a automação residencial e suas tendências de modo a desenvolver uma iluminação com conceito estado-da-arte, que proporcionasse conforto e praticidade aos usuários de forma bem simples. Optou-se em realizar um estudo bibliográfico acerca de sistemas embarcados e SO Android, uma vez que visa-se desenvolver um sistema de controle de iluminação utilizando estas ferramentas. Em seguida, partiu-se para a construção de um protótipo em escala reduzida, construído em madeira, material de boa resistência e fácil moldagem. Foi instalado no protótipo uma fita de LED endereçável, e uma placa de circuito impresso responsável pelo controle da fita e pela comunicação com o smartphone via *Bluetooth*. Foi instalado um sensor de luz LDR de modo a controlar a potência na qual a fita de LED irá acender. Desta forma, obtém-se o máximo de proveito da luz natural, e somente a quantidade de luz necessária para iluminar o ambiente foi utilizada, promovendo um menor gasto energético. O interior do protótipo foi pintado na cor branca para melhor aproveitamento da luz.

#### 1.6 Justificativa do Trabalho

Atualmente, existe uma grande preocupação em tornar espaços e ambientes mais agradáveis, o que faz com que se utilize cada vez mais o tratamento de cores (ROSSETTO, 2015). Segundo Brito et al. (2012), é essencial e viável projetar sistemas de iluminação extremamente eficientes e adequados a cada ambiente, a fim de reduzir o impacto energético que estes sistemas apresentam. Sendo assim, é comum utilizar-se da luz como recurso atrativo através de efeitos luminosos, seja no ambiente de trabalho ou acadêmico, para melhorar o rendimento, ou no comércio, para evidenciar os produtos. Portanto, o controle de iluminação não é um tema aplicável apenas às residências, mas ao ambiente industrial e

comercial (REZENDE, 2014). Além disso, este trabalho pode ser aplicado na área da saúde, onde um profissional da área pode investigar o impacto das cores no bem estar de seus pacientes. Procurou-se então, unir os conceitos da psicologia das cores e das *smart homes* para proporcionar ao usuário a experiência de controlar as cores da iluminação de sua residência por meio de um aplicativo de celular.

### 1.7 Estrutura do Trabalho

O presente texto é composto por cinco capítulos, sendo estes divididos em:

- 1 - Introdução;
- 2 - Revisão da Literatura;
- 3 - Elementos de desenvolvimento do trabalho;
- 4 - Resultados;
- 5 - Conclusão.

No capítulo 1, Introdução, expõe-se um breve histórico sobre as *smart homes* os seus benefícios quando utilizada em cooperação com a tecnologia (smartphones) e, além disso, evidencia-se quais as metas a serem alcançadas para a defesa do mesmo, bem como a relevância deste trabalho.

No Capítulo 2, Revisão da Literatura, faz-se a comparação dos trabalhos relacionados. Define-se ainda conceitos importantes para o entendimento desse trabalho.

No Capítulo 3, Elementos de Desenvolvimento do Trabalho, expõem-se os componentes utilizados na elaboração desse trabalho bem como suas definições e explica-se a lógica de programação do Aplicativo e do Arduino.

No Capítulo 4, Resultados, apresentam-se os resultados obtidos ao final do trabalho.

No Capítulo 5, Conclusão, ressaltam-se as contribuições desse trabalho e apresetam-se algumas sugestões para trabalhos futuros.

Por fim tem-se, por ordem alfabética, toda a bibliografia utilizada como base deste trabalho e citada ao longo do texto, segundo as normas da ABNT.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Desde a concepção do tema deste trabalho, teve-se o cuidado de destacar a importância da tecnologia, enfatizando-se os benefícios de se ter uma residência que adote os conceitos de uma “casa inteligente”, quebrando os paradigmas das construções convencionais.

Na literatura, há diversas preocupações similares às citadas no parágrafo anterior, porém com ênfases diferentes. Dependendo do tipo de tarefa a ser realizada, a cor do ambiente pode ter efeitos também sobre o desempenho (KWALLEK *et al.*, 1998; KWALLEK & LEWIS, 1990). O presente trabalho se baseia neste fundamento, porém faz o uso dos smartphones como interface de controle para permitir alterar a cor da iluminação de um ambiente com facilidade e praticidade, tornando um ambiente adaptável a diversas finalidades (trabalho, estudo, descanso, entre outras).

Werneck (1999) afirma que após o público conhecer uma residência automatizada, não haverá como retroceder, toda a cadeia de concepção da moradia, (a arquitetura, construção etc.), evoluirá, e, principalmente, o ocupante do imóvel, e para isso deverão ser necessários vários profissionais que, interagindo, permitirão o real desenvolvimento das técnicas da domótica. Sendo assim, este projeto inspira-se em Werneck (1999) visando incorporar novos conceitos e tendências no setor de iluminação, por meio de um aplicativo para dispositivos Android's.

Por fim, Sahún (2003) diz que em alguns países desenvolvidos, pode-se afirmar que a domótica é um mercado comercial bem estabelecido, com soluções comercialmente disponíveis, apropriadas a diversas necessidades. Os preços dos produtos e soluções, entretanto, apresentam-se como barreiras para sua maior difusão. Considera-se, então, como outro diferencial deste trabalho, um produto similar aos encontrados no mercado, porém com um custo muito inferior ao praticado atualmente.

Embora com focos diferentes, todos os trabalhos descritos acima possuem conceitos e ideias importantes na elaboração deste trabalho. A domótica, baseada na influência que as cores têm nos ambientes, irá proporcionar uma iluminação moderna e funcional.

### 2.1 Iluminação

Iluminação é o ato de iluminar. Alguns importantes conceitos estão explicitados na Tabela 2 para melhor domínio do assunto.

Tabela 1 - Conceitos

Variável	Definição
<b>Luz</b>	É uma onda eletromagnética situada na faixa de 380 a 780 nanômetros (nm) e que, percebida pelo cérebro, tem a capacidade de refletir em determinadas superfícies, sendo então visível ao olho humano.
<b>Temperatura de cor</b>	É a grandeza que define a cor da luz emitida pela lâmpada. Quanto mais alta for a temperatura em Kelvin, mais branca será a luz e quanto mais baixa, mais amarela e avermelhada será.
<b>IRC</b>	Índice de reprodução de cor: mede o quanto a luz artificial consegue imitar a luz natural.
<b>Fluxo luminoso (<math>\Phi</math>)</b>	É a quantidade total de luz emitida por uma fonte. Unidade: Lúmen (lm).
<b>Intensidade luminosa (I)</b>	É a intensidade do fluxo luminoso (lm) projetada em uma direção. Unidade: Candela (cd).
<b>Iluminância (E)</b>	É o fluxo luminoso que incide sobre uma superfície situada a uma certa distância da fonte. Unidade: Lux (lx). $E = \frac{\Phi}{S}$
<b>Luminância (L)</b>	É a intensidade luminosa produzida ou refletida por uma superfície aparente. $L = \frac{I}{a^2}$
<b>Cor fria</b>	Temperatura de cor mais alta, luz mais branca.
<b>Cor morna</b>	Temperatura de cor mais baixa, luz mais amarelada.

Fonte: SILVA, 2004.

## 2.2 Iluminância por classe de tarefas

A Tabela 2.1 apresenta os padrões de iluminância da norma ABNT NBR5413/1992 de acordo com a classe da tarefa a ser realizada.

Tabela 2.1 – Iluminância por classe de tarefas.

Classe	Iluminância (lux)	Atividade
A - Iluminação Geral para tarefas visuais simples	20 – 30 – 50	Áreas públicas com arredores escuros
	50 – 75 – 100	Orientação simples para curta permanência
	100 – 150 – 200	Recintos sem uso contínuo, depósitos
	200 – 300 – 500	Tarefas com requisitos visuais limitados, auditórios
B - Iluminação Geral	500 – 750 – 1000	Tarefas com requisitos visuais normais, escritórios
	1000 – 1500 – 2000	Tarefas com requisitos especiais, gravação manual, inspeção, indústria de roupas
C - Iluminação Adicional para Tarefas Difíceis	2000 – 3000 – 5000	Tarefas visuais exatas e prolongadas, eletrônica de tamanho pequeno
	5000 – 7500 - 10000	Tarefas visuais muito exatas, microeletrônica
	10000 – 15000 – 20000	Tarefas visuais complexas, cirurgia

Fonte: ABNT NBR 5413/1992

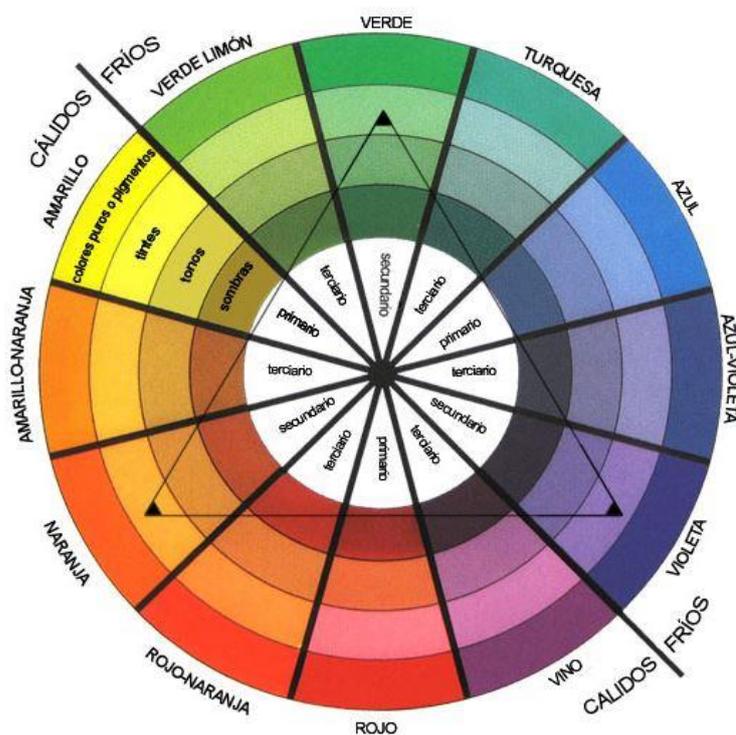
### 2.3 Cor

Cor é a impressão que a luz refletida ou absorvida pelos corpos produz nos olhos. As cores podem ser classificadas em primárias, quando elas não podem ser obtidas pela mistura de outras cores como o vermelho, amarelo e o azul ou serem classificadas em secundárias quando são formadas pela mistura de duas cores primárias como o verde, roxo e laranja. Ainda existem as cores terciárias que são formadas pela mistura de uma cor primária com uma secundária (COUWENBERGH, 2008) <sup>1</sup>.

### 2.4 Círculo cromático

O círculo cromático (Figura 1) é uma circunferência composta com 12 cores: três primárias, três secundárias (formadas pela mistura das primarias) e seis terciárias, criadas pelas misturas das primárias com as secundárias. Além da combinação das cores, pode-se verificar através de um círculo cromático várias características como a luminosidade, saturação, sombra, a cor dominante em uma mistura, entre outras (COUWENBERGH,2008).

<sup>1</sup> Tradução própria do francês para o português. Original: [Le rouge, le jaune et le bleu son les trois couleurs dites primeires, car elles ne peuvent pas 's obtenir par le mélange d'autres couleurs.]



**Figura 1 – Círculo Cromático**  
**Fonte: ASTA QUÍMICA, 2014**

## 2.5 Propriedades das cores

As três propriedades das cores que nos permitem e ajudam a conseguir o tom exato mediante as apropriadas misturas são: tom, valor e saturação. O tom é a cor em si própria, isto é, refere-se ao estado puro da cor, sem adiantar preto nem branco. O valor da cor, refere-se á claridade da cor, ou seja, estão relacionadas com a quantidade de preto ou branco numa determinada cor. Por fim, a saturação, refere-se à vivacidade ou palidez de uma cor, quanto mais saturada é a cor, maior a sensação de movimento que ela transmite. A Tabela 2.2 exhibe um resumo com as principais propriedades das cores primárias e secundárias, baseado em Couwenbergh (2008).

Tabela 2.2 – Propriedade das cores

COR	TIPO	SENSAÇÃO
Vermelho	Primária	Ainda considerada cor quente, é excitante, anima, traz confiança, força de vontade e agilidade para tomarmos iniciativas. Estimula as emoções e produz nervosismo, inibe o medo e as preocupações. É uma cor estimulante e dinâmica, por isso deve ser usada com cautela.
Azul	Primária	Considerada cor fria, causa impressão de profundidade no ambiente. Transmite serenidade e paz. Por ser a cor mais escura, provoca também sensação de frio e repouso. Segundo a Cromoterapia, é uma cor sedativa e curativa
Amarelo	Primária	É a mais clara das cores e a que mais se aproxima do branco. Considerada uma cor quente, o amarelo traz a sensação de calor, estimula, ilumina, eleva o ânimo, proporciona vivacidade, está associada ao poder e otimismo. Eleva nossa capacidade de realização e não apresenta aspecto tão agressivo como o laranja e o vermelho.
Violeta (vermelho + azul)	Secundária	Considerada ainda cor fria, essa cor estimula nosso lado psíquico e espiritual, lucidez, equilíbrio nas atitudes. Está ligado à ideia de saudade, ciúme, melancolia, misticismo e espiritualidade.
Verde (azul + amarelo)	Secundária	É a cor que está no ponto de equilíbrio entre claro e escuro, calor e frio. É uma cor reservada e repousante. Simboliza o bem-estar, a saúde, frescor, esperança, segurança, equilíbrio, juventude, tranquilidade e suavidade.
laranja (amarelo + vermelho)	Secundária	Considerada também cor quente, traz as mesmas propriedades do amarelo, porém num grau mais elevado. Essa cor representa energia, calor, fogo, podendo proporcionar vitalidade, dinamismo, elevar o nosso ânimo e reduzir a depressão. Conforme a Cromoterapia, a cor laranja diminui as inibições e é indicado contra baixa vitalidade.

## 2.6 Sistemas embarcados

Classifica-se como sistema embarcado ou embutido quando o mesmo é dedicado a uma única tarefa e interage continuamente com o ambiente a sua volta por meio de sensores e atuadores (BALL, 2005). Por exigir uma interação contínua com o ambiente, este tipo de sistema requer do projetista um conhecimento em programação, sistemas digitais, noções de controle de processos, sistemas de tempo real, tecnologias de aquisição de dados (conversão analógico/digital e sensores) e de atuadores (conversão digital/analógico, acionamento eletromecânico e *PWM*), bem como cuidados especiais na eficiência de estruturação do projeto e do código produzido. Destacam-se como características de classificação deste sistema a sua capacidade computacional e a sua independência de operação (GERVINI,2003). A Figura 2 mostra a lógica de um sistema embarcado usando um microprocessador como unidade de processamento.



Figura 2 – Lógica de um sistema embarcado  
Fonte: GERVINI, 2003

## 2.7 Sistemas operacionais

O sistema computacional mais básico é o sistema operacional, cuja tarefa é controlar todos os recursos do computador e fornecer uma base sobre a qual os programas aplicativos podem ser escritos (TANENBAUM; WOODHUL, 2009). Os sistemas operacionais (SO) constroem uma camada entre *hardware* e *software*, facilitando a utilização dos recursos da máquina real por meio da criação de uma máquina virtual. Essa máquina virtual é muito mais simples de ser utilizada e provê uma série de mecanismos ao usuário que facilitam a utilização dos recursos do computador (MEDINA; FERTIG, 2006).

## 2.8 Android

O Android é uma plataforma para tecnologia móvel completa que inclui um sistema operacional, *middleware*, aplicativos e interface do usuário (SAHA, 2011). É o sistema operacional para dispositivos móveis mais utilizado no mundo e foi construído para ser verdadeiramente aberto, no intuito de permitir aos usuários desenvolverem aplicações móveis de modo a extrair ao máximo os recursos que um *smartphone* pode oferecer. Por ser *open source*, pode estar sempre sendo adaptado a fim de incorporar novas tecnologias, a medida que estas forem surgindo. O Android SDK é o kit de desenvolvimento que disponibiliza as ferramentas necessárias para desenvolver aplicações para o SO Android, utilizando a linguagem Java. Embora tenha sido construído com base no sistema operacional Linux, não é um Linux, não possui *windowing system* nativo, não suporta *glibe* e não possui alguns conjuntos de padrões apresentados em algumas distribuições Linux. O Android apresenta uma capacidade de segurança forte, pois como é executado em um kernel Linux, toda vez que um aplicativo for instalado em uma estação Android, é criado um novo usuário

Linux para aquele programa, com diretórios que serão usados pelo aplicativo, mas somente aquele usuário Linux (PEREIRA, 2009).

## 2.9 Sistemas de controle

Entende-se como sistema de controle um grupo de dispositivos que gerenciam o comportamento de outros dispositivos. Sistemas de controles lógicos para a indústria e equipamentos comerciais foram historicamente implementados através da lógica de relés, projetados utilizando a lógica ladder. Atualmente, a maioria dos sistemas são implementados através de CLP's ou microcontroladores. Controladores lógicos podem utilizar interruptores, sensores, termostatos, pressostatos, entre outros, e podem controlar equipamentos em diversas operações. O controle automático possui um papel fundamental no avanço da engenharia e da ciência. Com os avanços no controle automático, na teoria e na prática, vêm surgindo meios para otimizar o desempenho dos sistemas dinâmicos, melhorar a produtividade, proporcionar conforto e diminuir o trabalho árduo de várias rotinas de operações manuais repetitivas. De acordo com Ogata (2005), o controle eficiente e robusto de variáveis como temperatura, luminosidade, cor, nível, umidade e vazão, por exemplo, garante o bom desempenho de um processo automatizado já que essas variáveis influenciam diretamente na qualidade dos produtos produzidos. A proliferação das metodologias de controle pode ser atribuídas aos avanços realizados na indústria eletrônica, especialmente no desenvolvimento de dispositivos computacionais de baixo custo (COELHO, ALMEIDA E COELHO, 2003).

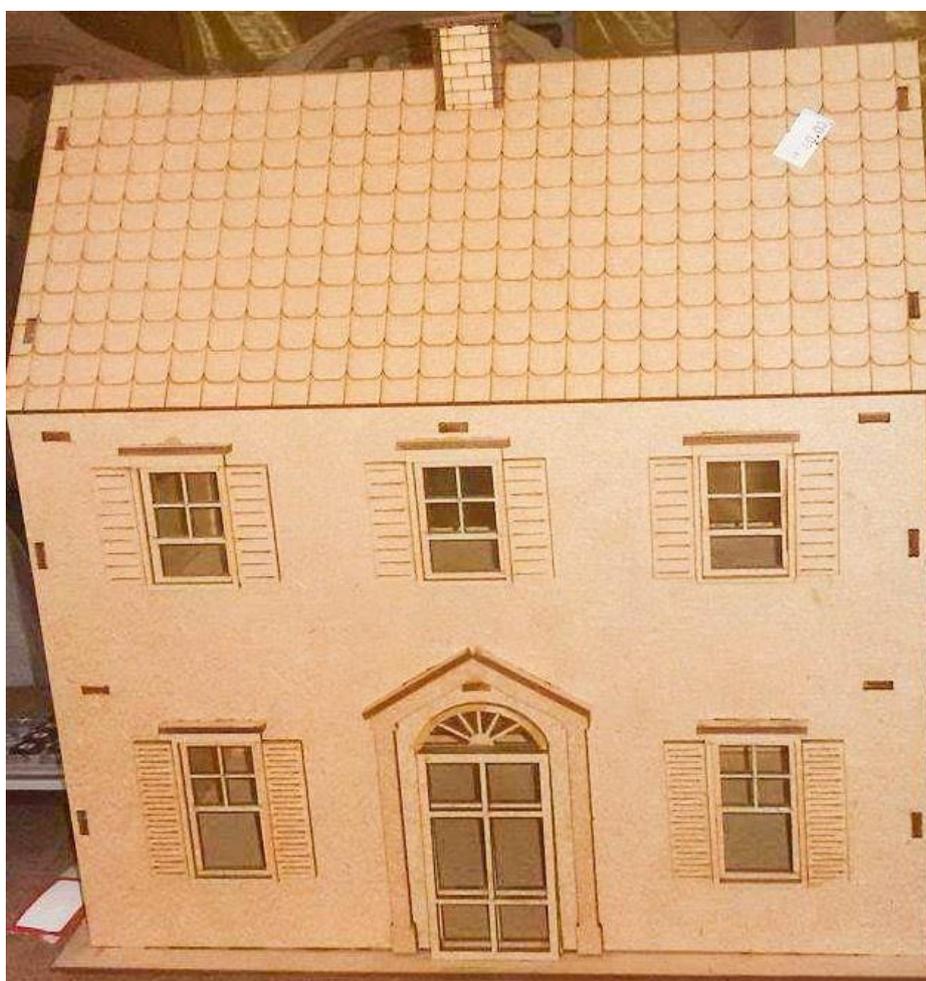
## 2.10 Protocolo de comunicação

Define-se como protocolo de comunicação uma linguagem própria entendida pelo dispositivo que envia e pelo dispositivo que recebe os sinais na comunicação. Essa linguagem estabelece regras de comunicação especificando como e quais termos serão reconhecidos, como os erros serão informados e como serão as transações de conversação (TERUEL, 2008, p. 35). De acordo com a divisão planejada das funções domóticas apresentada por Bolzani (2007), os principais protocolos utilizados para controle em sistemas domóticos são: *CeBus (Consumer Electronic Bus)*, *Z-Wave*, *X-10*, *ZigBee*, *BacNet (Building Automation and Control Networks)* e *LonWorks (Local Operation Networks)*. Já para dados são: *Fast Ethernet*, *Gigabit Ethernet*, *Power Line*, *HomePNA*, *Wi-Fi* e *Bluetooth*. Neste trabalho, foi desenvolvido um protocolo próprio para o tratamento dos dados e para transmissão de dados utilizou-se o *Bluetooth*.

### 3 ELEMENTOS DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

#### 3.1 Protótipo

Foi utilizado um protótipo de uma residência, construído em madeira de espessura 3mm. Em seguida, deu-se acabamento de pintura, finalizando-a. As Figuras 3,4 e 5 representam o protótipo antes do acabamento de pintura, após o acabamento da pintura, e o fundo do protótipo, respectivamente. A Tabela 3 mostra a lista de componentes utilizados neste projeto e seus respectivos usos.



**Figura 3 – Protótipo antes do acabamento de pintura**



**Figura 4 – Protótipo após o acabamento da pintura**

As paredes do fundo do protótipo foram, propositalmente, deixadas abertas para facilitar instalação dos componentes, melhorar a didática do modelo que permite a visualização de toda a instalação interna e facilitar uma possível manutenção futura na mesma.



**Figura 5 – Fundo do protótipo com as paredes abertas**

Tabela 3 – Lista de Componentes

MATERIAIS	UTILIZAÇÃO
Microcontrolador ATMEGA 328P-PU	Controlador
Fita de led	Fonte de luz
Sensor LDR	Medir a iluminação do ambiente
Regulador de tensão	Manutenção da tensão de saída
Cristal 16MHz	Gerar um sinal de clock para o microcontrolador
Capacitores	Desacoplar a entrada e a saída e evitar oscilações em altas frequências
Resistores	Limitar a corrente no led e no circuito
Módulo Bluetooth	Comunicação entre o microcontrolador e o aplicativo
Fios elétricos	Conexão elétrica entre os componentes da pcb e a fita de led.

### 3.2 Microcontrolador ATMEGA 328P-PU

Microcontrolador é um computador em um único circuito integrado o qual contém um núcleo de processador, memória e periféricos programáveis de entrada e saída. Segundo Euzébio (2011), o kit padrão Arduino é composto por uma placa de silício, onde se encontra um microcontrolador da família AT Mega como AT Mega-328 da ATMEL. O código fonte é executado no microcontrolador que contém pinos para conexões externas, como a comunicação USB. Também no microcontrolador, encontram-se portas de entrada e saídas analógicas e digitais, portas de comunicação e de saída PWM, possibilitando o controle da tensão de saída. O microcontrolador utilizado neste projeto foi o AT Mega 328P-PU (Figura 6) que tem 14 pinos de I/O digital (dos quais 6 podem ser PWM) e 6 pinos de entrada analógica.



Figura 6 – ATMEGA 328P-PU  
Fonte: AUGUSTO, 2015

### 3.3 LDR

O LDR (Figura 6.1) é um dispositivo que tem uma resistência variável de acordo com a quantidade de luz que incide sobre sua superfície. A resistência do LDR varia de forma

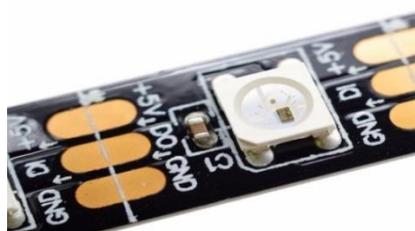
inversamente proporcional à quantidade de luz incidente sobre ele. Nesse trabalho, o LDR foi utilizado para variar a potência da fita de LED de acordo com a quantidade de luz do ambiente de modo que quando o ambiente estiver mais escuro, a fita de LED ascenda de forma mais intensa e vice-versa.



**Figura 6.1 - LDR**  
**Fonte: MARINHO, 2014**

### 3.4 Fita de LED endereçável

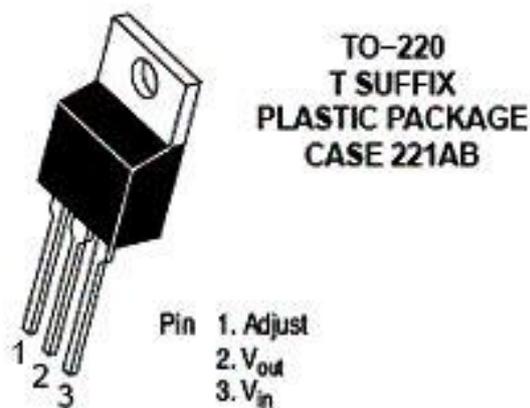
Foi utilizada a fita de LED endereçável Ws2812b (Figura 6.2). Cada posição da fita é um circuito integrado especial ligado a três LEDs nas cores vermelho, verde e azul. Com isto os LEDs podem ser controlados "individualmente" (são "endereçáveis").



**Figura 6.2 – Fita de LED endereçável**  
**Fonte: ADRENALINA GAMES, 2016**

### 3.5 Regulador de tensão LM350

Os reguladores de tensão ajustáveis permitem ajustar a tensão de saída para um valor desejado. O circuito integrado LM350 que na versão com sufixo T é apresentado em invólucro TO-220 com a pinagem mostrada na Figura 6.3, consiste num regulador linear positivo de 3 A para tensões de saída de 1,2 V a 33 V (BOYLESTAD; NASHELSKY, 2004).



**Figura 6.3 – LM350**  
**Fonte: BOYLESTAD; NASHELSKY, 2004**

### 3.6 Cristal oscilador 16MHz

O Cristal Oscilador 16MHz (figura 6.4) é um componente que trabalha junto a um microcontrolador para dar o sinal de “clock” e fazer com que um sensor, módulo ou qualquer outro equipamento trabalhe em determinada sincronia de tempo.



**Figura 6.4 – Cristal 16MHz**  
**Fonte: ALIEXPRESS, 2016**

### 3.7 Capacitores

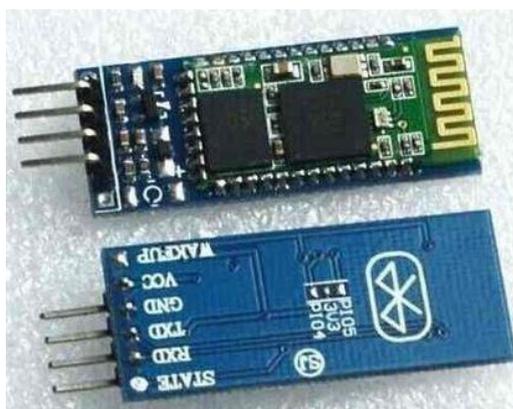
O capacitor é fundamentalmente um componente que armazena cargas elétricas. A partir disso, ele pode desenvolver várias funções nos circuitos eletrônicos. Um capacitor é constituído basicamente de dois elementos condutores (placas metálicas ou armaduras) separados por um material isolante (dielétrico). Sua grandeza física é a capacitância, medida em farad (F). A Figura 6.5 mostra alguns modelos de capacitores.



**Figura 6.5 – Capacitores**  
**Fonte: BOYLESTAD,2004**

### 3.8 Módulo *Bluetooth*

O módulo *Bluetooth* utilizado foi o Módulo *Trasceiver Bluetooth RS232/TTL* (Figura 6.6). Ele faz a comunicação entre o usuário (aplicativo) e o sistema de controle (Arduino). Como o usuário utilizará o seu sistema dentro da própria casa, o alcance máxima para comunicações via *Bluetooth* é suficiente.



**Figura 6.6 - Módulo Bluetooth**  
**Fonte: TECNODUINO, 2016**

### 3.9 RGB

RGB é a sigla do sistema de cores aditivas formado pelas iniciais das cores em inglês *red*, *green* e *blue*, que significa em português, respectivamente, vermelho, verde e azul. Utiliza-se esse sistema de cores nos objetos que emitem luz como os monitores de computador, televisores e as câmeras digitais, entre outros.

### 3.10 Placa de circuito impresso

A PCB foi projetada utilizando o *software* Proteus 8 Profissional ®. Como a fita de LED utilizada neste projeto possui tensão nominal de 5V, ela já pode ser acionada diretamente do Arduino. Cada LED tem um driver integrado que permite que você controle a cor e o brilho de cada LED de forma independente. As Figuras 7, 7.1 e 7.2 detalham o projeto da placa de circuito impresso.

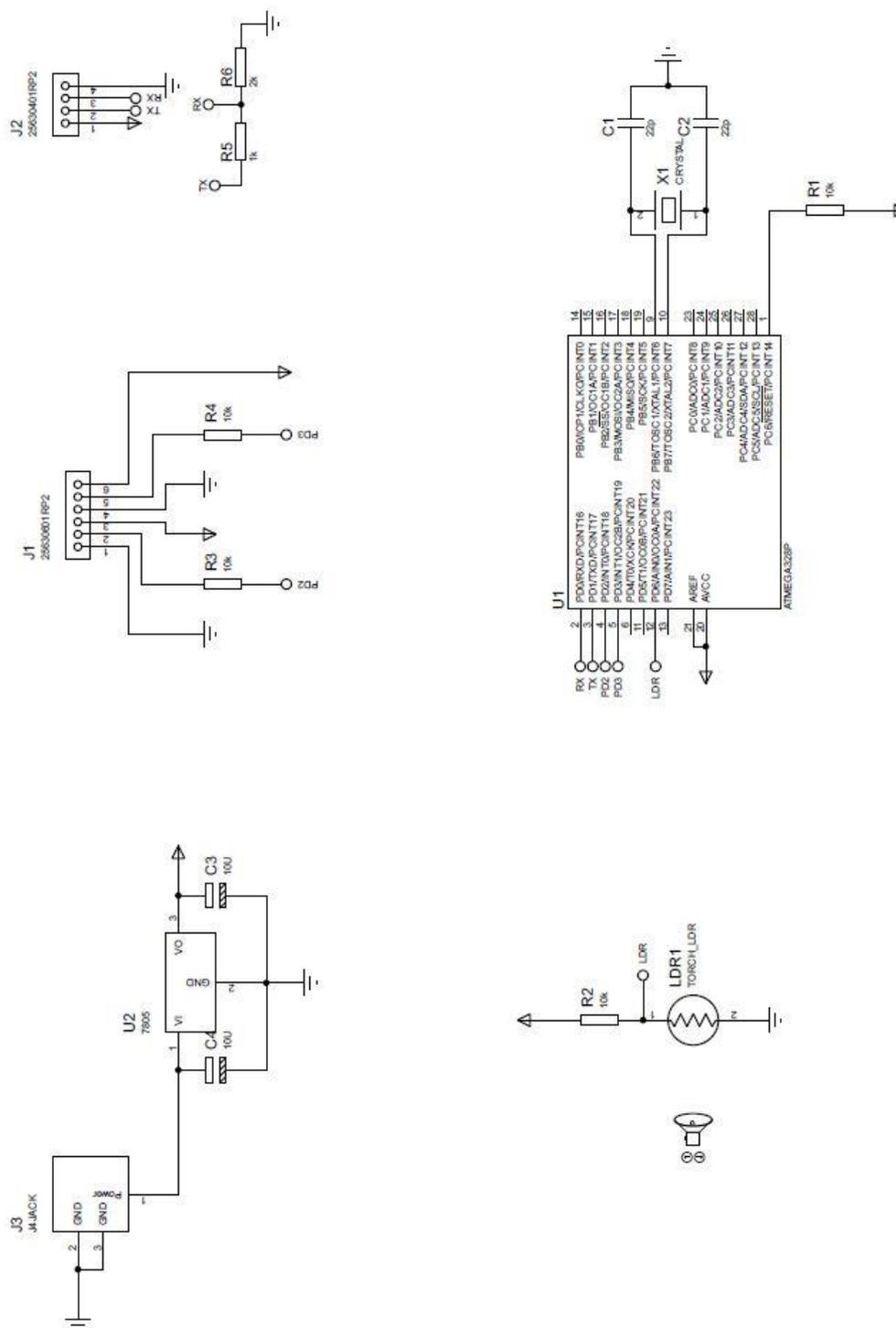


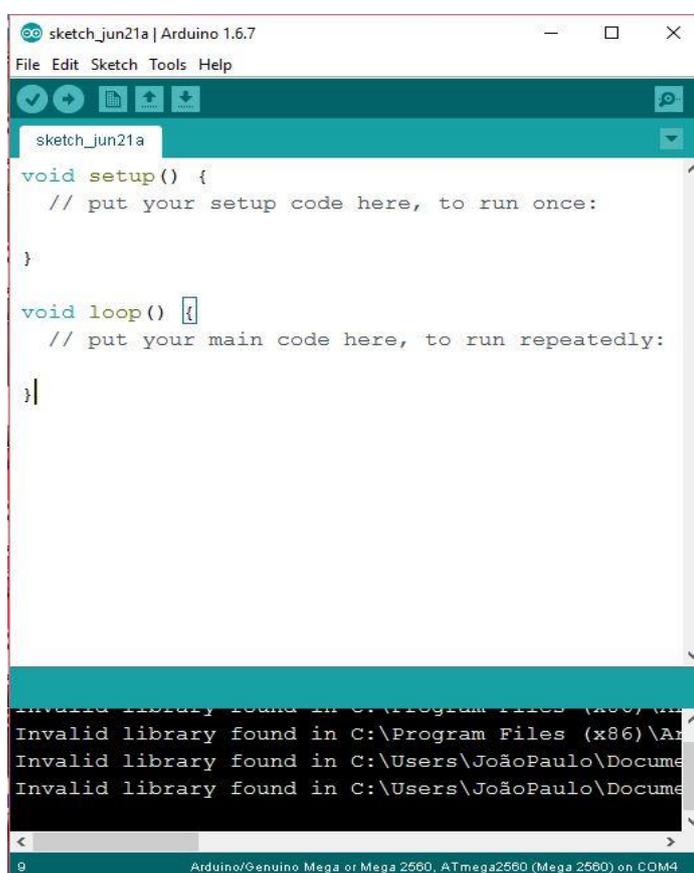
Figura 7 – Circuito da PCB



### 3.11 *Softwares*

#### 3.11.1 IDE – Arduino

Para programar o Arduino, utiliza-se a própria IDE do Arduino (Figura 8), um *software* livre no qual programa-se em linguagem que o Arduino compreende (inspirada na linguagem C). O IDE permite que se escreva um programa de computador, que é um conjunto de instruções passo a passo, das quais se faz o upload para o Arduino. O Arduino, então, executa essas instruções, interagindo com o que estiver conectado a ele. No mundo do Arduino, programas são conhecidos como sketches (esboço) (MCROBERTS, 2011).



**Figura 8 – IDE Arduino**

#### 3.11.2 Android Studio ®

Android Studio é a IDE oficial (Figura 9) para desenvolvimento de aplicativos Android. No topo das poderosas ferramentas de desenvolvimento e edição de código, a IDE baseada na linguagem de programação Java (ANDROID STUDIO, 2016). Além disso, oferece diversos recursos que melhoram a produtividade na construção de aplicativos, tais como:

- Emulador rápido e rico em recursos;
- Ambiente unificado onde você pode desenvolver para todos os dispositivos Android;
- Exemplos de códigos prontos para ajudar a desenvolver aplicativos comuns;
- Extensa ferramenta de testes com suporte para C++ e NDK, entre outros.

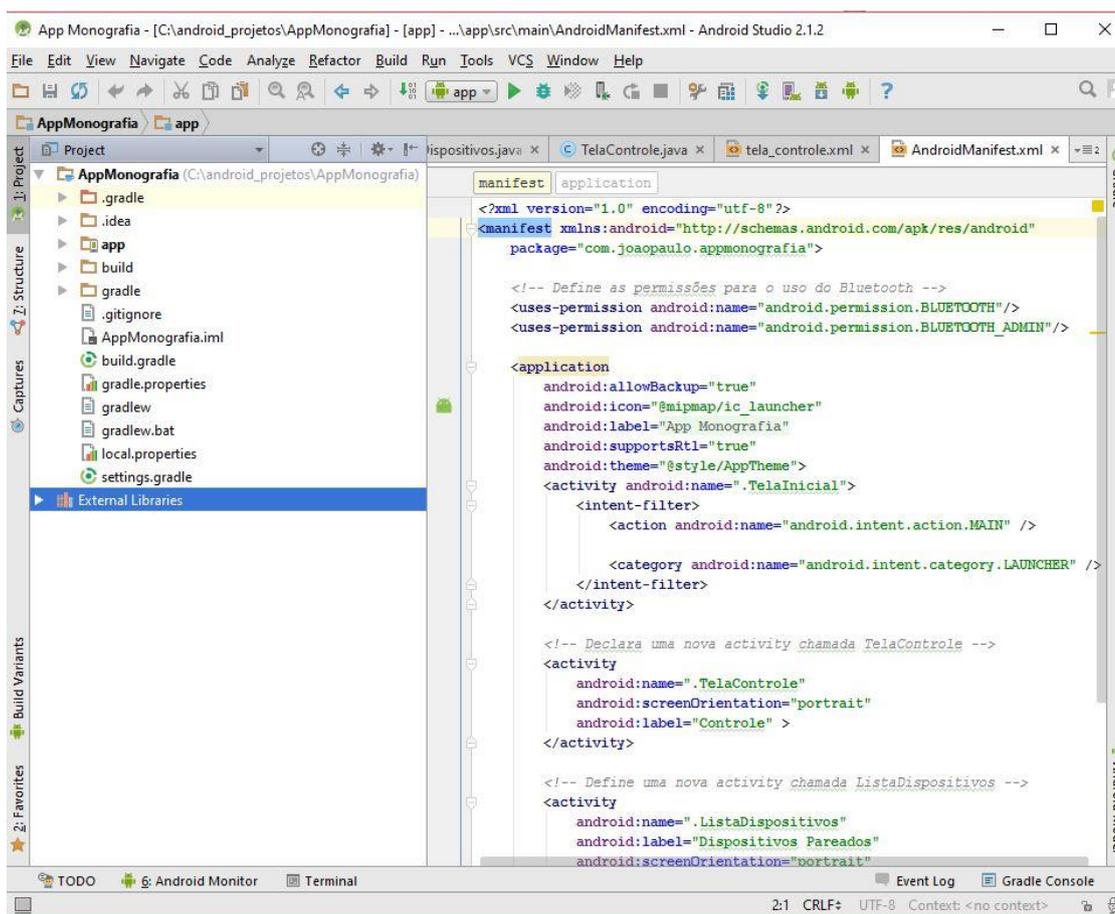
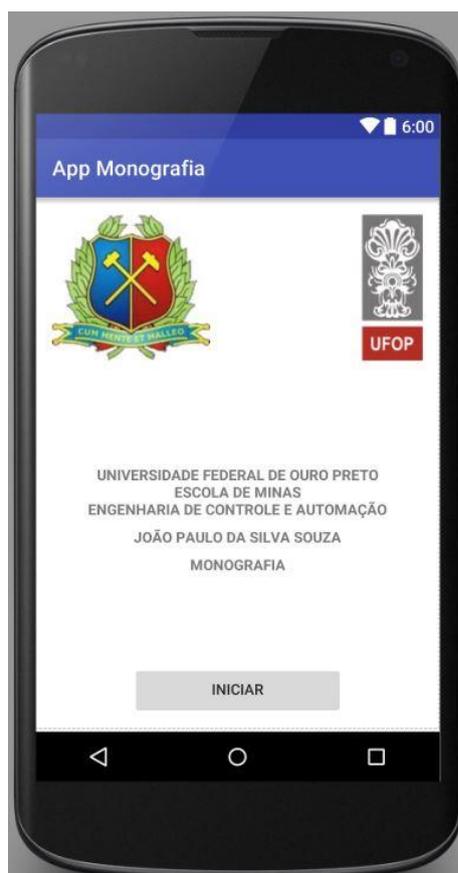


Figura 9 – Tela Android Studio

### 3.11.3 O Aplicativo (App Monografia)

O aplicativo para este projeto foi desenvolvido utilizando o *software* Android Studio na versão 2.1.2. O layout do aplicativo possui 2 telas: Tela Inicial e Tela Controle. Para cada tela, é necessária uma *Activity*, que consiste basicamente em uma classe gerenciadora de *UI* (Interface com o usuário). Todo aplicativo Android começa por uma *Activity*. Ou seja, quando uma aplicação Android é executada, na verdade é a sua *Activity* principal que é lançada. A Tela Inicial é dividida em um arquivo `tela_inicial.xml`, onde é desenvolvido o layout desta tela, e na classe `TelaInicial.java`, onde sua lógica é programada. Na `tela_inicial.xml`, tem-se a aba *Design* (Figura 10) e aba *Text* (Figura 10.1). A primeira, serve para desenvolver o frame do aplicativo, isto é, adicionar botão, *checkbox*, texto,

*progressbar*, entre outros componentes a serem utilizados no desenvolvimento do layout do *app*. Resumindo, é a aba onde se desenvolve o visual gráfico da tela do aplicativo. Já a aba *Text* é utilizada para configurar os recursos adicionados em *Design*, ou seja, modificar o texto de um botão, a cor, o tamanho, a orientação e demais parâmetros, de modo que o *app* atenda as necessidades que o desenvolvedor precisa. Essas configurações são feitas através de marcação na linguagem XML.



**Figura 10 – Tela Inicial XML (Design)**

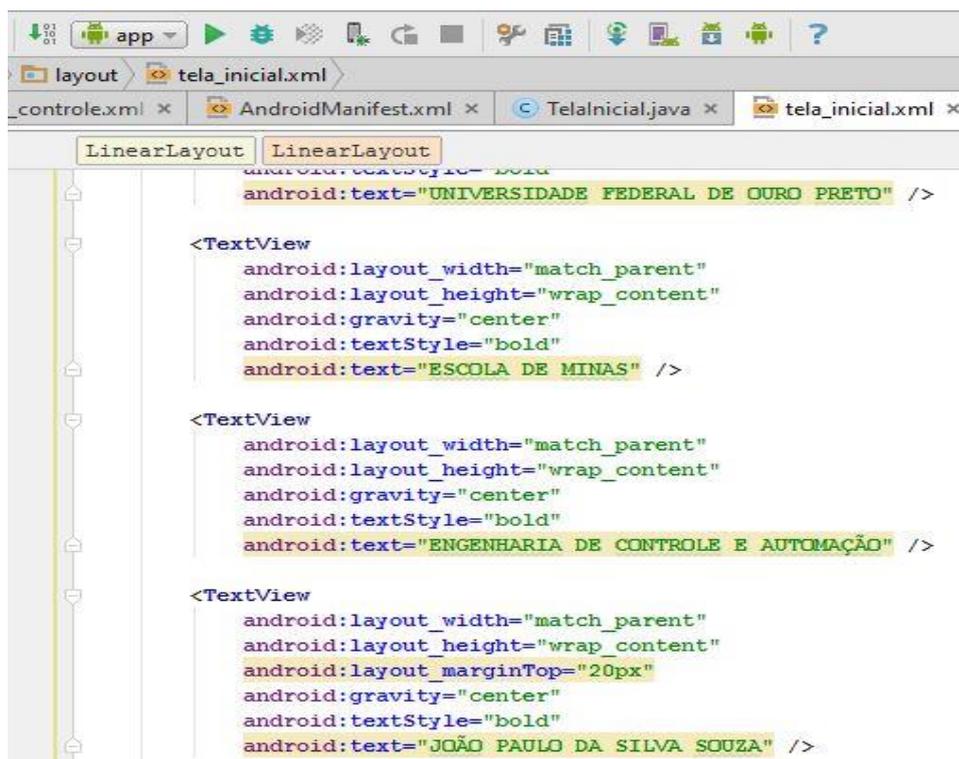


Figura 10.1 – Tela Inicial XML (Text)

Dentro da classe TelaInicial.java (Figura 10.2) , tem-se a programação de todos os recursos utilizados nesta tela que é criada por meio do método *Oncreate()* e inicializada através do método *Onstart()*. A Tela Inicial, além de texto e imagem, possui apenas um botão de iniciar o aplicativo. Este botão, quando é clicado cria um *Intent* para abrir a próxima tela. A classe *Intent* permite que um aplicativo Android defina comandos, que se permitidos pelo dispositivo, serão executados como, por exemplo, iniciar o *Bluetooth* do aparelho, abrir outra tela ou abrir uma outra aplicação. Portanto, ao clicar no botão iniciar, inicia-se a *Activity* de abrir a próxima tela, definida como Tela Controle.

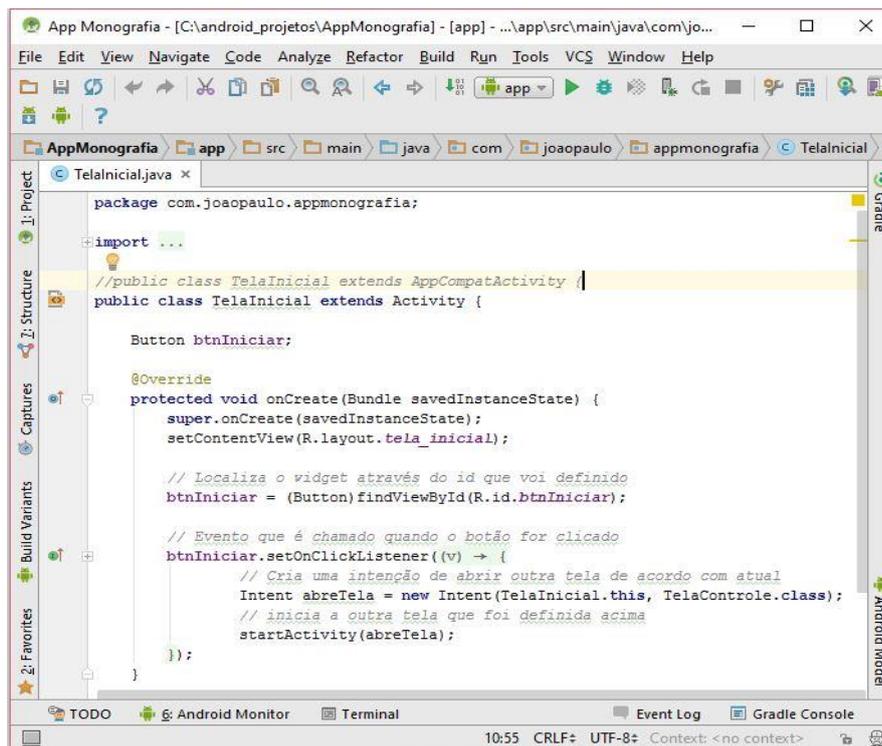


Figura 10.2 – Classe Tela Inicial

A Tela Controle possui um botão para conexão *Bluetooth*, um botão para selecionar a cor da iluminação desejada, uma *checkbox* para habilitar o modo LDR e um botão para ativar o modo ROCK. Assim como na Tela Inicial, a Tela Controle é dividida em um arquivo xml onde foi desenvolvido seu layout e em uma classe onde é programada sua lógica. Foi criada uma *Activity* para Tela Controle e uma *Activity* denominada ListaDispositivos para listar os dispositivos *Bluetooth* pareados e disponíveis para conexão. A Figura 11 mostra o fluxograma com a lógica de funcionamento da classe ListaDispositivos, que inicia-se ao clicar no botão conectar.

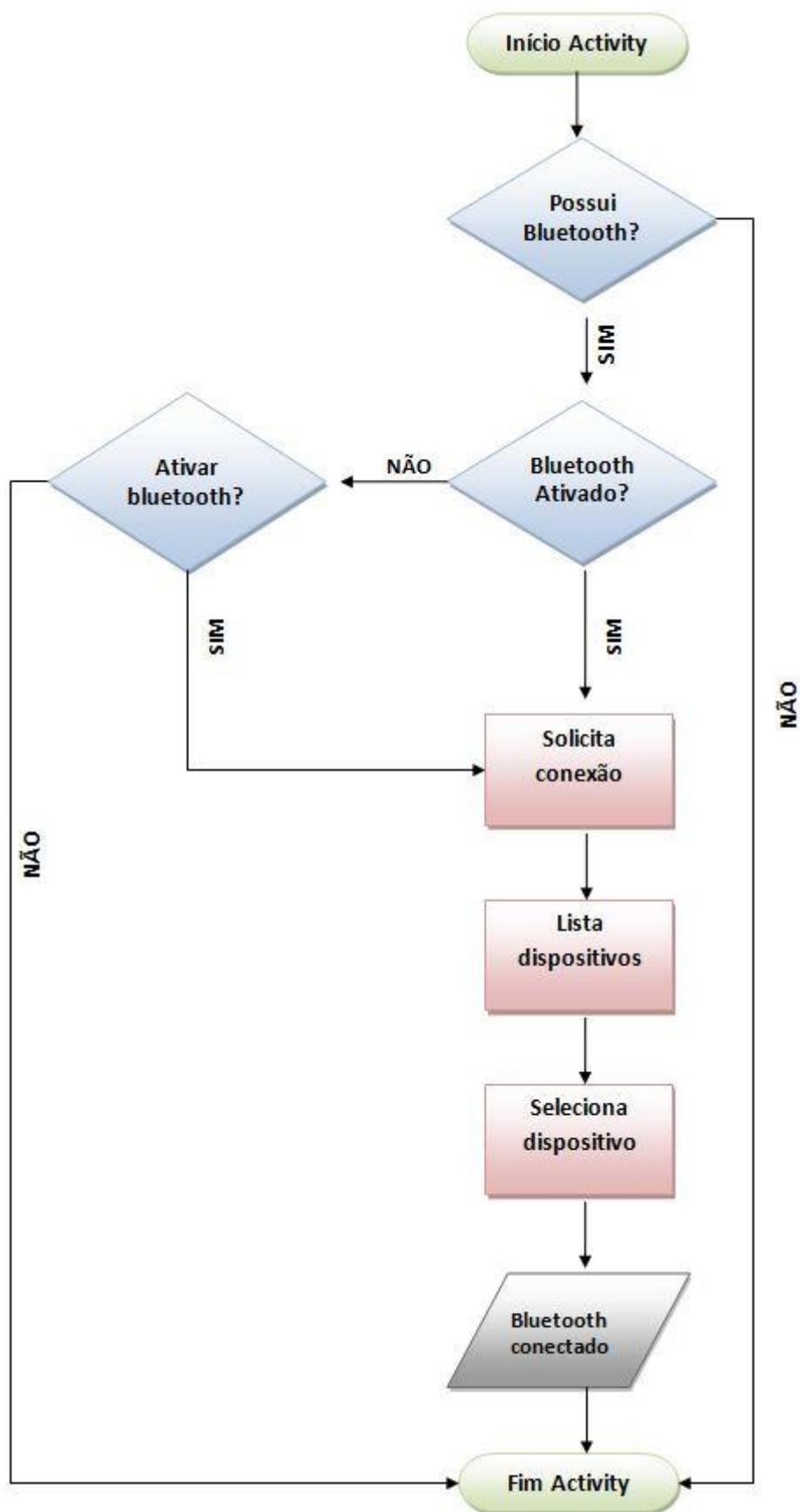


Figura 11 – Classe Lista dispositivos

A Figura 12 mostra o *design* da Tela Controle.

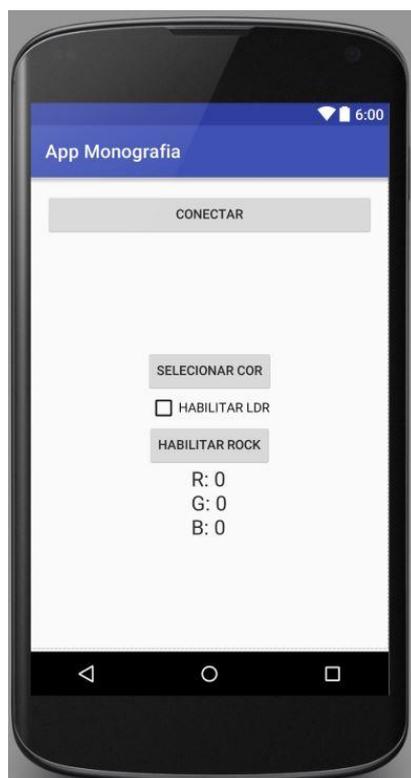


Figura 12 – Tela Controle (Design)

Para mudar a cor da iluminação da fita de LED, utiliza-se o botão selecionar que ao ser clicado, invoca o método *seleciona cor*. Para isso, foi implementada a classe *opensource ColorPickerDialog* disponibilizada gratuitamente pela APACHE (2007), que é uma organização sem fins lucrativos criada para suportar os projetos de código aberto. Essa classe possui dois eventos principais: o *draw* e o *paint*. O *draw* cria uma tela em uma área qualquer e o *paint* cria uma cor para cada ângulo dessa tela. Assim, ao clicar no botão seleciona cor, um círculo cromático é renderizado automaticamente. O usuário seleciona a cor, que é armazenada na memória e exibida no centro da paleta de cores. Para confirmar a cor desejada, basta clicar no centro da paleta novamente e então são enviados os parâmetros RGB referentes à cor selecionada para o microcontrolador via *Bluetooth*. O fundo de tela da Tela Controle é atualizado com a cor selecionada. Como essas variáveis variam de 0 a 255 cada uma, tem-se 16.581.375 diferentes cores possíveis a serem selecionadas. Como se utiliza da comunicação Serial para enviar esses dados, foi desenvolvido um protocolo próprio de comunicação para garantir que não haverá perda de mensagem. Passa-se para o Arduino os parâmetros (R,G,B). Concatenando esse protocolo na linguagem Java, obtém-se o seguinte resultado: R + “ , ” + G + “ . ” + B, que é tratado pelo Arduino, desconsiderando

a vírgula e o ponto, e pegando apenas o R, o G e o B, acendendo a fita de LED na cor correspondente com essa informação. A Figura 13 mostra a tela com o círculo cromático para selecionar a cor desejada da iluminação. O modo LDR, ativado pela *checkbox* ativar ldr, é utilizado para variar a tonalidade de uma cor de acordo com a quantidade de luz do ambiente. É selecionada a cor através do botão selecionar cor, e o habilitar ldr varia as tonalidades dessa cor automaticamente.

Foi criado também um protocolo próprio para o 'habilitar ldr', similar ao do selecionar cor. Passa-se para o Arduino os parâmetros "L + R +", "+ G +." + B (LR,G.B), que trata essa informação desconsiderando o caracteres L, a vírgula e o ponto, e pegando apenas o R, o G e o B, variando o tom da cor da fita de LED pela quantidade de luz no ambiente, essa variação ocorre no tom de cor que teve o maior valor fornecido. O modo ROCK faz com que a fita de LED alterne as cores e pisque a fita de LED de forma dinâmica, efeito bastante comum em boates e bares noturnos. O aplicativo envia o caractere R para o Arduino que ativa as funções responsáveis por este efeito. Todas as *Activities* estão declaradas no *AndroidManifest.xml*, é o arquivo principal do projeto, onde ficam todas as configurações. Ele obrigatoriamente deve ficar na pasta raiz do projeto, contendo todas as configurações necessárias para executar a aplicação, como o nome do pacote utilizado, o nome das classes de cada *Activity* e várias outras configurações.

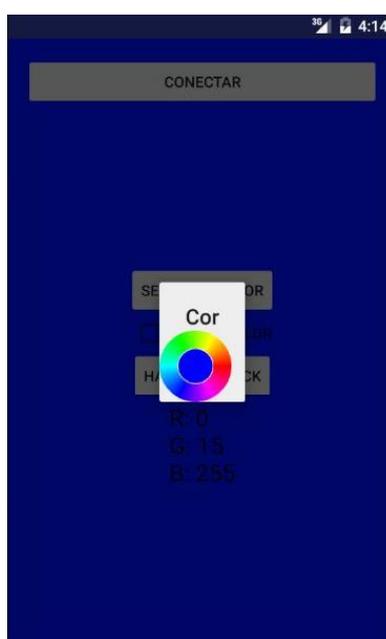


Figura 13 - Selecionar cor (círculo cromático)

## 4 RESULTADOS

Todos os modos do aplicativo (Selecionar cor, Habilitar LDR, Rock) podem ser monitorados pelo Serial monitor da IDE do Arduino. Isto permite a visualização imediata de qual módulo está habilitado e quais dados estão sendo transmitidos do app para o Arduino. Este monitoramento, em especial para o LDR, é ainda mais interessante devido a sua sensibilidade, que faz com que ele perceba uma pequena variação de luz. A Figura 14 mostra a Tela Controle exibindo os dados RGB referente à cor azul que foi selecionada pelo usuário, através do modo Selecciona cor.

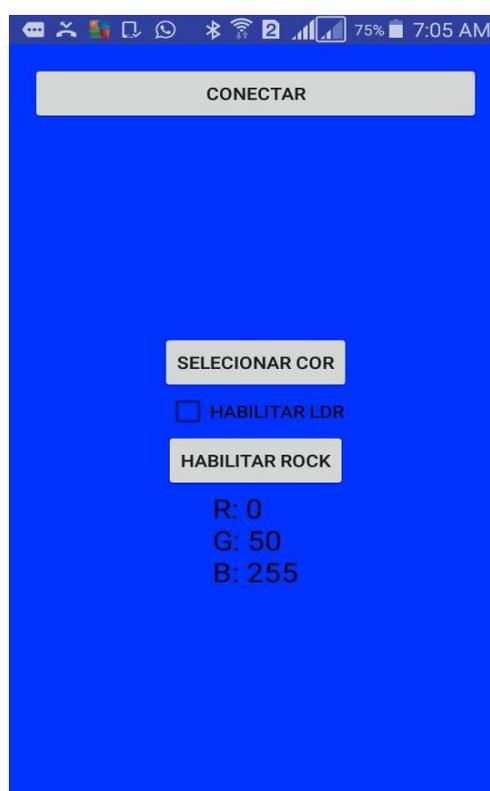
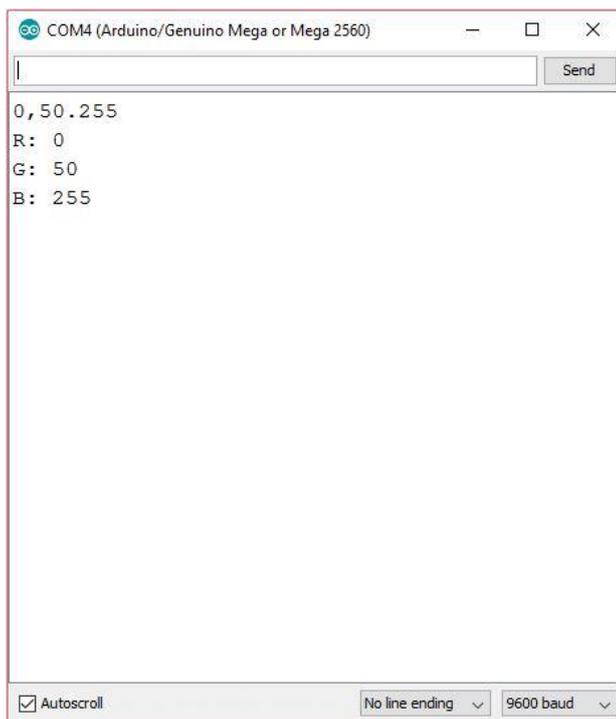


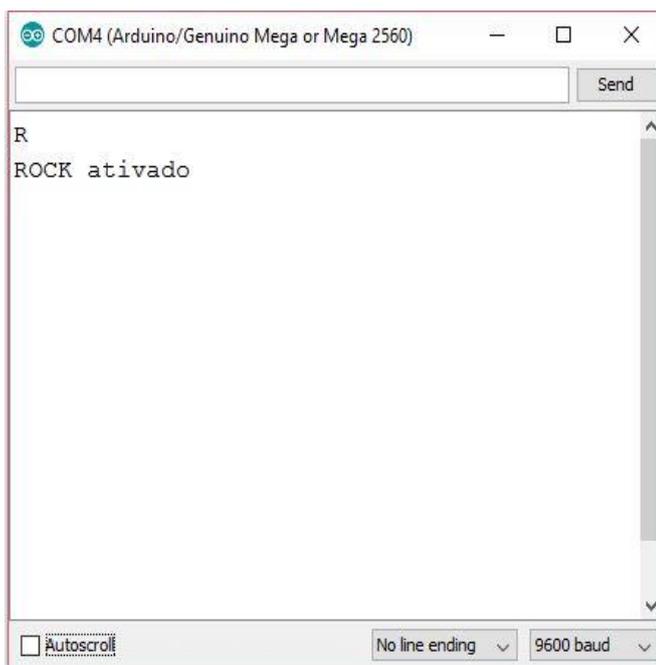
Figura 14 - Dados RGB vistos pela Tela Controle

A Figura 14.1 mostra na Serial monitor os mesmos dados RGB já visualizados pela Tela Controle e que foram transmitidos para o Arduino. O protocolo de comunicação para este modo também pode ser visto pela Serial monitor (R, G, B).



**Figura 14.1 – Dados RGB vistos pela Serial monitor.**

Ao ativar o modo Rock, é enviado um caractere R do app para o Arduino. Figura 14.2 mostra este caractere R e exibe uma mensagem avisando para o usuário que a função Rock foi ativada.



**Figura 14.2 – Dados Rock ativado na Serial monitor**

A Figura 14.3 mostra o modo LDR visualizado pela Serial monitor após terem sido selecionadas a cor vermelha, verde e azul, respectivamente.

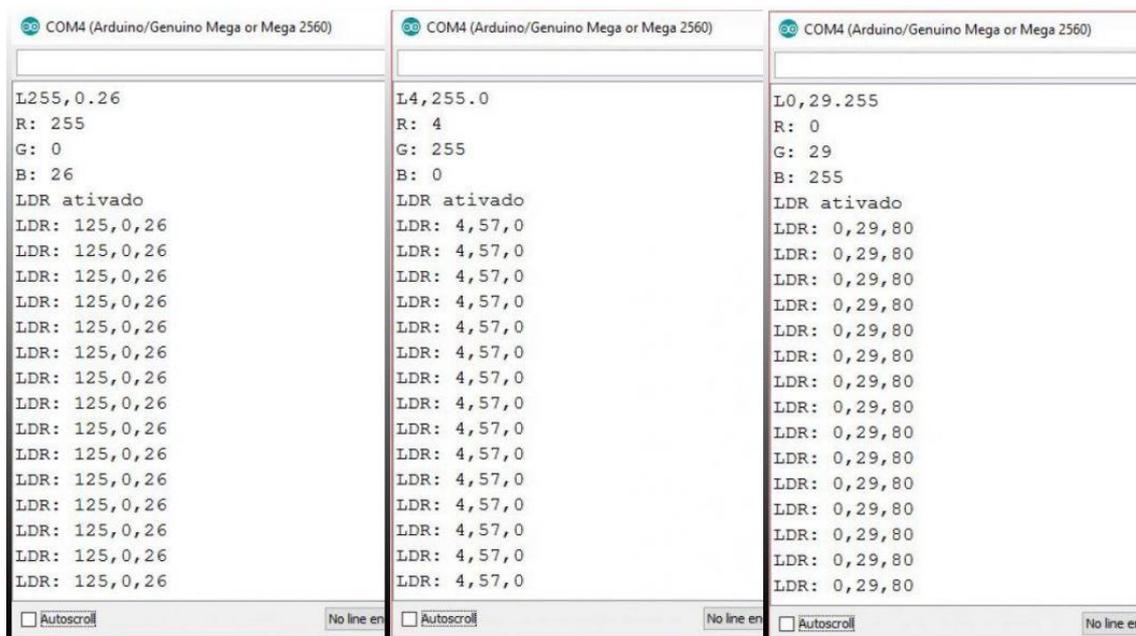


Figura 13.3 - Modo LDR visto pela Serial monitor.

A Figura 15 mostra as trilhas da PCB que foi usinada pela CNC no Laboratório de Máquinas Elétricas da Universidade Federal de Ouro Preto.

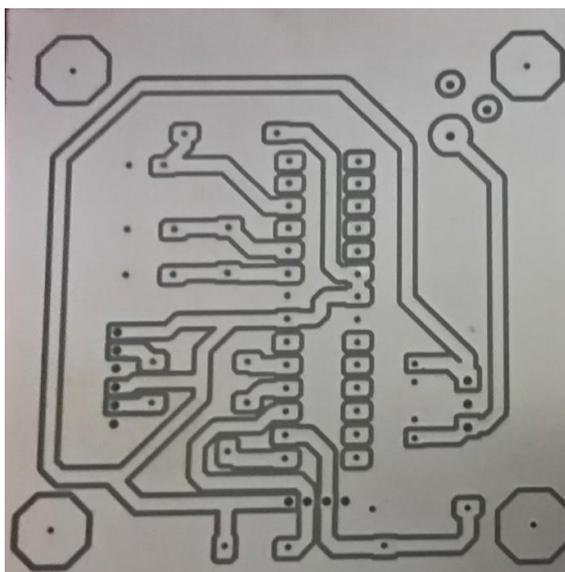
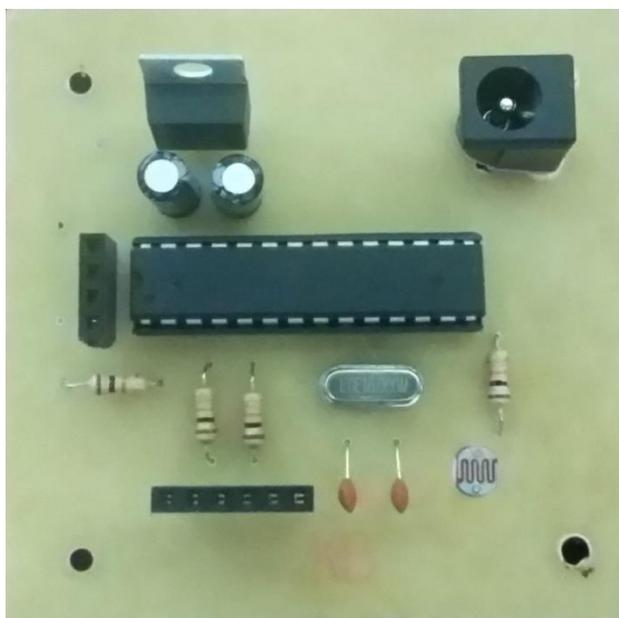


Figura 15 – Trilhas da PCB

A Figura 15.1 mostra a frente da PCB com todos os componentes já soldados, pronta para uso.



**Figura 15.1 – PCB verso**

A Figura 16 mostra a maquete finalizada e iluminada com o efeito Rock.



**Figura 16 – Maquete Finalizada**

## 5 CONCLUSÃO

A elaboração de uma monografia é de grande importância na graduação, visto que trabalha competências valiosas para o mercado de trabalho, tais como: organização, dedicação e responsabilidade, além de ser a oportunidade para o discente colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação, aprimorar uma possível carência em uma determinada matéria e aprofundar em algum assunto de seu maior interesse.

Conclui-se que a comunicação *Bluetooth* é funcional em sistemas de curto alcance como residências. Explorando-se as cores, foi possível desenvolver um sistema de controle de iluminação bastante versátil, seguindo as tendências das *smart homes*. Destaca-se ainda que este trabalho possui grande potencial para proporcionar conforto térmico e visual para o usuário, benefícios esses que poderão ser comprovados por profissionais da área de saúde e demais usuários do sistema.

O aplicativo além de cumprir com sucesso o papel de interface de controle deste sistema, possui fácil usabilidade e compatibilidade com qualquer dispositivo que possua o sistema operacional Android. Portanto, foram alcançados todos os objetivos propostos.

O tema abordado é de grande relevância, pois, como as *smart homes* estão cada vez mais presentes no nosso cotidiano, este sistema embarcado de controle de iluminação através de um celular com SO Android já faz o uso destes conceitos de modo a proporcionar um maior conforto ao seu usuário. Ressalta-se ainda que este trabalho abrange apenas uma parte de seu potencial, que pode ser expandido para as indústrias e comércios. Para trabalhos futuros, sugere-se implementar o uso do comando de voz e comunicação *wireless*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5413 - **Iluminância de interiores**. Rio de Janeiro, 1992.

ADRENALINA GAMES. **Fita de led endereçavel**. Nilópolis, 2016. Disponível em: <[http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-708669572-fita-led-enderecavel-4metros-2812bws2811-5volts-240-leds-\\_JM](http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-708669572-fita-led-enderecavel-4metros-2812bws2811-5volts-240-leds-_JM)>. Acesso em: 05 de junho de 2016.

ALIEXPRESS. **Cristal Oscilador**, 2016. Disponível em: <[http://es.aliexpress.com/store/product/50PCS-16-000MHZ-16-000M-16M-16MHZ-16-Crystal-Oscillator-passive-quartz-crystal/1803726\\_32384688926.html](http://es.aliexpress.com/store/product/50PCS-16-000MHZ-16-000M-16M-16MHZ-16-Crystal-Oscillator-passive-quartz-crystal/1803726_32384688926.html)>. Acesso em 05 de junho de 2016.

ALVES, José Augusto; MOTA, José. **Casas inteligentes**. Centro Atlântico, 2003.

ANDROID STUDIO . **The official IDE for Android**, 2016. Disponível em: <<https://developer.android.com/studio/index.html>>. Acesso em: 10 de junho de 2016.

APACHE. **The Android open source project**, 2007. Disponível em: <<http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>>. Acesso em: 06 de junho de 2016.

ASTA QUÍMICA. **Círculo Cromático**, 2014. Disponível em: <<http://www.astaquimica.com.br/pigmentocor/wp-content/uploads/2012/11/CIRCULO-CROMATICO.jpg>>. Acesso em: 08 de junho de 2016.

AUGUSTO, A. **Componentes Eletrônicos**, 2015. Disponível em: <<http://www.alexandreaugusto.com.br/chipci-atmega328p-pu-microcontrolador-mcu-32k-20mhz-Arduino>>. Acesso em 04 de junho de 2016.

BALL, Stuart. **Embedded Microprocessor Systems: Real World Design**. 3rd edition, Editora: MCPros, EUA, 2005.

BOLZANI, Caio Augustus Moraes. **Residências inteligentes**. São Paulo, Ed. Editora e Livraria da Física, 2007.

BORTOLUZZI, M. **Histórico das Tecnologias de Automação Residencial**, 2013. Disponível em: <<http://sra.eng.br>>. Acesso em: 06 de junho de 2016.

BOYLESTAD, R. **Introdução à análise de circuitos**. 10ª ed. São Paulo: Pearson, 2004.

BOYLESTAD, R. L.; NASHELSKY, L. **Dispositivos eletrônicos e teoria de circuitos**. 8ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

BRITO, M. A. G. *et al* . Sistema automático para o controle eficiente de iluminação para múltiplas lâmpadas fluorescentes. **Sba Controle & Automação**. Campinas, v.23, n. 4, p. 439-452. Ago. 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010317592012000400005&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010317592012000400005&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 29 de maio de 2016.

CHAGAS, Elza Figueiredo. O envolvimento da matemática com a criação dos computadores: um estudo de caso da lógica matemática à Máquina Universal de Turing. **Revista Millenium**. Portugal, n. 25, 2002. Disponível em: <[www.ipv.pt/millenium/Millenium25/25\\_28.htm](http://www.ipv.pt/millenium/Millenium25/25_28.htm)>. Acesso em 24 de julho de 2016.

COELHO, Leandro dos Santos; ALMEIDA, Otacílio da M.; COELHO, Antonio Augusto R. Projeto e estudo de caso da implementação de um sistema de controle nebuloso. **Sba Controle & Automação**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 20-29, Mar. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-17592003000100003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-17592003000100003&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em 22 de julho de 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-17592003000100003>.

EUZÉBIO, M. V. M. DroidLar - **Automação residencial através de um celular Android**. Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Sistemas de Telecomunicações). Instituto Federal de Santa Catarina, São José, 2011.

GASPAR, E. D. **Cromoterapia: cores para vida e para a saúde**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Pallas, 2002.

GERVINI, Alexandre I. et al. Avaliação de Desempenho, Área e Potência de Mecanismos de Comunicação em Sistemas Embarcados. **SEMISH'03–XXX Seminário Integrado de Software e Hardware**, 2003.

HSIEN-TANG, Lin. **Implementing Smart Homes with Open Source Solutions**. International Journal of Smart Home Vol. 7, No. 4, July, 2013. pp 289-295.

COUWENBERGH, J. **Cromothérapie et luminothérapie: Se soigner par LED couleus et la lumière**. França: Eiroles Pratique, 2008. p.191

KWALLEK, N.; LEWIS, C. M. Effects of office interior color on workers' mood and productivity. **Perceptual and Motor Skills**, v. 66, p. 123-128, 1998.

KWALLEK, N.; LEWIS, C. M. Effects of environmental color on males and females: A red or white or green office. **Applied Ergonomics**, v. 21, p. 275-278, 1990.

MARINHO, R. **Arduino + LDR**. Eletronic Piece, 2014. Disponível em: <<http://electronicpiece.blogspot.com.br/2012/01/boas-hoje-venho-aqui-publicar-mais-um.html>>. Acesso em: 22 de maio de 2016.

MASIERO, P. C. **Ética em Computação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Novatec Editora, 2011.

MEDINA, Marco; FERTIG, Cristina. Algoritmos e programação. **Novatec, São Paulo**, 2006.

MOWAD, Mohamed Abd El-Latif; FATHY, Ahmed; HAFEZ, Ahmed. Smart home automated control system using android application and microcontroller. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, v. 5, n. 5, p. 935-939, 2014.

MURATORI, José Roberto; DAL BÓ, Paulo Henrique. Capítulo I Automação residencial: histórico, definições e conceitos. **O setor elétrico**, p. 70, 2011.

OGATA, K. **Engenharia de controle moderno**, 3ª ed. Rio de Janeiro: Pearson Prentice Hall, 2005.

PEREIRA, Lucio Camilo Oliva; DA SILVA, Michel Lourenço. **Android para desenvolvedores**. Brasport, 2009.

PHILIPS, **Sustentabilidade e o LED**, disponível em: <[http://www.lighting.philips.com.br/lightcommunity/trends/led/sustainability\\_and\\_led.wpd](http://www.lighting.philips.com.br/lightcommunity/trends/led/sustainability_and_led.wpd)> . Acesso em 10 de maio, 2016.

REZENDE, M. T. **Controle de iluminação residencial utilizando Arduino acionado por aplicativo em sistema operacional Android**. 2014. 63 p. Monografia (Trabalho de Final de Curso em Engenharia de Controle e Automação). Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2014.

ROSSETTO, S. **Casa Adorada**. A influência das cores nos ambientes. 2015. Disponível em: <<http://www.casaadorada.com.br/2013/05/a-influencia-da-cor-nos-ambientes.html>>. Acesso em: 5 de junho de 2016.

SAHA, A.K. Developers, Android. **What is android**. 2011.

SAHÚN, J. Utilization of Gases for Domestic, Commercial and Transportation. **World Gas Conference**. Tokyo: Japan Gas Association, 2003.

SILVA, Mauri Luiz da. **Luz, lâmpadas e iluminação**. Rio de Janeiro: Editora Ciência moderna Ltda, 2004.

TANENBAUM, Andrew S.; WOODHULL, Albert S. **Sistemas Operacionais: Projetos e Implementação**. Bookman Editora, 2009.

TECNODUINO. **Módulo Bluetooth**, 2016. Disponível em: <<http://www.tecnoduino.com/modulo-bluetooth-rs232-hc-06-para-arduinoopic>>. Acesso em 08 de junho de 2016.

TERUEL, E. C. **Uma proposta de framework para sistemas de automação residencial com interface para WEB**. 2008. 158 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Formação) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2008.

UNILED. **Iluminação Comercial com LED**. Disponível em: <<http://www.uniled.com.br/index.php/component/content/article/1-novos-artigosled/26-iluminacao-de-loja-a-led.html>>. Acesso em 20 de abril de 2016.

WERNECK, S. B. F. **Domótica**: União de arquitetura e tecnologia da informação na edificação residencial urbana. Tese de Mestrado em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1999.