

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
ESCOLA POLITÉCNICA  
CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO**

**MARCOS FELIPE MOLLICA**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO INTEGRADOR  
PROJETO WIFI LUX**

**CURITIBA  
2014**

**MARCOS FELIPE MOLLICA**

**RELATÓRIO FINAL DE PROJETO INTEGRADOR  
PROJETO WIFI LUX**

Relatório de Projeto apresentado ao Curso de Engenharia de Computação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial para a disciplina de Resolução de Problemas em Engenharia 2014.

Orientador: Prof. MSc Afonso Ferreira Miguel

**CURITIBA**

**2014**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos companheiros de trabalho que em momentos de pressão cooperaram para o andamento das atividades sempre dentro dos prazos e métricas estipuladas pela gerência.

Agradeço aos amigos que se mantiveram próximos e oferecem apoio e palavras de incentivo para sempre seguir em frente.

Meu agradecimento especial à minha família, que forma o meu alicerce psicológico e que me fez superar todos os obstáculos que se apresentaram ao longo do caminho.

## RESUMO

O projeto WiFi Lux foi criado pensando na automação do sistema de iluminação de uma residência, hoje em grande destaque nas mídias e cada vez mais nas graças dos consumidores. O objetivo do sistema WiFi Lux é, a partir de um dispositivo móvel, tablet, smartphone, etc., permitir ao usuário personalizar os ambientes de sua residência, variando cores e feições da iluminação. Para isso foi selecionado uma plataforma aberta e de ampla utilização no mercado, o Arduino, para compor o centro desse sistema. Dessa forma o usuário final poderá então selecionar a cor que mais lhe agrada durante aquele momento, mesmo não estando presente no cômodo que está sendo controlado.

**Palavras-chave:** Tablet. Smartphone. Iluminação. Arduino.

## **ABSTRACT**

The WiFi Lux projet was designed thinking in the automation of a house illumination system, highlighted in the news nowadays and more and more in present in customer's life. The main objective of the WiFi system is, through a mobile device, such as tables, smartphone, etc., allow the user to customize a room at his home, varying the color and effects applied. It was chosen an open platform widely used in the market, Arduino, to compose the core of this system. This way, the end user, will be able to select what color pleases him most at the moment even if not preset in the room being controlled

**Key-words:** Tablet. Smartphone. Illumination. Arduino.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Wallpad produzido pela iHouse .....	11
<b>Figura 2:</b> iHouse Home Center.....	12
<b>Figura 3:</b> Aplicativo para smartphone.....	12
<b>Figura 4:</b> Diagrama de uma rede de computadores.....	15
<b>Figura 5:</b> Topologias de rede .....	16
<b>Figura 6:</b> Principais tipos de cabos para conexão em rede .....	18
<b>Figura 7:</b> Dispositivos conectados à uma WLAN .....	20
<b>Figura 8:</b> Dispositivos e suas identificações IP na rede .....	23
<b>Figura 9:</b> Arduino Uno R3.....	28
<b>Figura 10:</b> Ethernet Shield W5100 .....	28
<b>Figura 11:</b> Diagrama sistema WiFi Lux .....	30
<b>Figura 12:</b> Diagrama de blocos do sistema WiFi Lux.....	31
<b>Figura 13:</b> Circuito eletrônico de controle da fita de LED.....	31
<b>Figura 14:</b> Diagrama Fritzing do protótipo .....	32
<b>Figura 15:</b> Protótipo WiFi Lux.....	32
<b>Figura 16:</b> Interface HTML de acesso ao sistema WiFi Lux.....	33
<b>Figura 17:</b> Painel da sala iluminado de acordo com a cor selecionada .....	34

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Comparação entre topologias de rede .....	17
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RGB	<i>Red Green Blue</i> , Vermelho Verde Azul
WiFi	<i>Wireless Fidelity</i> , Fidelidade sem fio
LAN	<i>Local Area Network</i> , Rede local
WPANs	<i>Wireless Personal Area Network</i> , Rede sem fio pessoal
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i> , Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos
TCP	<i>Transfer Control Protocol</i> , Protocolo de controle de tráfego
IP	<i>Internet Protocol</i> , Protocolo de Internet
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>
PAN	<i>Personal Area Network</i>
Kbps	Kilobit por segundo
Mbps	Megabit por segundo
Gbps	Gigabit por segundo
SD card	<i>Secure Digital Card</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i> , Diodo emissor de luz

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1	HISTÓRICO DO PROJETO .....	9
1.2	OBJETIVOS.....	9
1.2.1	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>9</b>
1.2.2	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>ESTADO DA ARTE .....</b>	<b>11</b>
2.1	IHOUSE .....	11
2.2	FIBARO .....	12
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
3.1	REDES DE COMPUTADORES.....	14
3.2	INTERNET DAS COISAS.....	23
3.3	SISTEMAS EMBARCADOS .....	25
3.4	IMPACTO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE .....	26
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>28</b>
<b>5</b>	<b>O PROJETO.....</b>	<b>30</b>
<b>6</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL .....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>
	<b>ANEXO A – CÓDIGO FONTE DO SOFTWARE EMBARCADO .....</b>	<b>38</b>
	<b>ANEXO B – CÓDIGO FONTE DA PÁGINA HTML .....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Este projeto tem como objetivo desenvolver um sistema de controle da iluminação de uma fita de LED de cores formadas pela combinação das cores Vermelho, Verde e Azul, no inglês Red, Green and Blue, ou simplesmente RGB.

O controle das cores é feito pelo usuário através de um dispositivo móvel, como por exemplo um computador, smartphone ou tablet, etc.

O principal propósito do projeto é o de permitir que o usuário não precise estar presente no cômodo da residência onde deseja alterar iluminação.

### 1.1 HISTÓRICO DO PROJETO

A idéia para esse projeto surgiu após o aluno Marcos Felipe Mollica se mudar para sua nova residência, onde a oportunidade de automação de alguns itens se mostrou oportuna, especialmente após o ingresso na matéria de Resolução de Problemas em Engenharia, que tem como requisito a entrega de um projeto de engenharia.

O item escolhido para a automação é o sistema de iluminação do apartamento, que é composto por alguns cômodos (sala, quartos, cozinha) e a área externa (jardim).

### 1.2 OBJETIVOS

#### 1.2.1 Objetivo Geral

O principal objetivo do projeto apresentado é o de entregar um protótipo funcional, capaz de ligar/desligar uma fita de LED, que irá iluminar o painel na sala de televisão do apartamento.

Essa fita de LED possui comprimento de 5m e é composta por 300 LEDs RGB, que são interessantes para a realização de efeitos luminosos a partir da variações de cores no espectro RGB.

Para o devido acionamento remoto da fita de LED, uma rede WiFi foi estabelecida, através de um roteador, que fornece ao módulo Ethernet Shield um endereço IP válido, permitindo o mesmo se conectar à essa rede.

O sistema WiFi Lux permite ao usuário final acessar uma webpage, desenvolvida e hospedada no próprio módulo Arduino, através de um dispositivo

móvel, e através de uma interface construída com botões, enviar parâmetros para o acionamento e controle dos efeitos luminosos da fita de LED.

Para que o sistema opere de forma silenciosa e "invisível" ao usuário, os módulos do Arduino e Ethernet Shield serão instalados em um local de fácil acesso, porem fora das vistas dos moradores da residência. Esse local já abriga o roteador wireless, e está próximo ao local de aplicação da fita de LED.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Os objetivos específicos são:

- a) Configurar o módulo Arduino para controlar a fita de LED
- b) Acessar o Ethernet Shield através da rede LAN
- c) Conectar o Ethernet Shield ao roteador wireless
- d) Acessar o módulo Arduino através de um dispositivo móvel

## 2 ESTADO DA ARTE

No mercado atual várias empresas apresentam soluções comerciais bem semelhantes ao proposto pelo “WiFi Lux”. A seguir serão apresentadas algumas dessas soluções.

### 2.1 IHOUSE

A liHouse é uma das empresas pioneiras no Brasil em automação residencial. Com produtos que controlam iluminação e aparelhos elétricos ela se destaca pela produção e venda de módulos de controle utilizando a tecnologia wireless, o que evita a necessidade de reformas na residência.

As principais funcionalidades do produto Wallpad produzido pela iHouse são: controle de múltiplos circuitos de iluminação de forma independente com iluminação gradual, criação de cenas com ajustes personalizados, controle de equipamentos elétricos, painel LCD de controle de dispositivos.

Esse equipamento utiliza a tecnologia ZigBee para comunicação sem fio entre dispositivos eletrônicos, com ênfase em baixa potência de operação, baixa taxa de transmissão e dados e baixo custo de implantação.



**Figura 1:** Wallpad produzido pela iHouse

ZigBee baseia-se na camada física e controle de acesso médio definido no padrão IEEE 802.15.4 (versão 2003) para a baixa taxa WPANs. Com uma malha de rede do tipo mesh onde a comunicação entre duas unidades poder ser repetida sucessivamente pelas unidades existentes na rede até atingir o destino final. Todos os pontos da rede podem funcionar como retransmissores de informação.

Uma particularidade bem interessante no produto oferecido pela iHouse é a utilização de um SD card para armazenar as configurações personalizadas do consumidor, o que permite a portabilidade dessas configurações para nossos dispositivos em caso de reparo.

## 2.2 FIBARO

O sistema oferecido pela empresa Fibaro possui módulos miniaturizados que podem ser instalados em qualquer caixa de interruptor de parede, atrás de qualquer interruptor de luz, interruptor de rolo cego, etc, e são compatíveis com todos os sistemas elétricos.

Baseado na tecnologia Z-Wave, uma tendência em sistemas de automação residencial, Fibaro oferece um processo de fácil instalação e um dispositivo central de controle.

Z-Wave é uma tecnologia wireless que permite a todos os aparelhos elétricos comunicar uns com os outros, e com o utilizador, via controle remoto. As funcionalidades Z-Wave podem ser acrescentadas a praticamente qualquer dispositivo eletrônico, até mesmo aos dispositivos que normalmente não seriam identificados como "inteligentes", tais como persianas, termostatos e iluminação doméstica.



**Figura 2:** iHouse Home Center



**Figura 3:** Aplicativo para smartphone

Assim como a solução apresentada pela empresa iHouse, o Z-Wave também utiliza uma topologia mesh inteligente e não tem qualquer nó principal, permitindo que uma rede Z-Wave possa atender distâncias mais longas do que a faixa de rádio de uma única unidade, repetindo o sinal transmitidos pelas unidades que formam a rede.

Uma característica bem marcante do sistema Fibaro é a mobilidade. Através de interfaces intuitivas e de fácil utilização o usuário pode acessar a central de comando através de aplicativos desenvolvidos para smartphones e tablets, e também para computadores e web, permitindo o controle e personalização das inúmeras configurações de automatização para a residência.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 REDES DE COMPUTADORES**

As redes de computadores estabelecem um sistema de comunicação de dados, interligando computadores e outros dispositivos, com a finalidade de trocar informações e compartilhar recursos. Esses recursos podem ser unidades de CD-ROM, diretórios do disco rígido, impressoras, scanners, modem entre outros.

A tecnologia de rede chegou ao estágio da massificação quando os computadores começaram a se espalhar pelo mundo comercial, ao mesmo tempo em que programas complexos multiusuários começaram a serem desenvolvidos, como por exemplo o e-mail, banco de dados, Internet, etc.

A evolução tecnológica trouxe simplicidade ao processo de criação de uma rede de computadores, tanto comercial em grandes companhias quanto pequenas, e até mesmo nos lares. No entanto, o funcionamento de uma rede de computadores implica num determinado conjunto de meios físicos (hardware) e determinados componentes de software.

Ao nível dos Meios Físicos, ou Hardware uma rede necessita de: periféricos como computadores, impressoras, scanners, meios de transmissão como cabos para interligar os equipamentos, placas de rede, modems, etc.

A nível de software, uma rede necessita de drivers que configuram os equipamentos, protocolos de comunicação para permitir a transferência de informação entre as plataformas, sistemas operacionais, utilitários e demais softwares para monitoramento da rede.

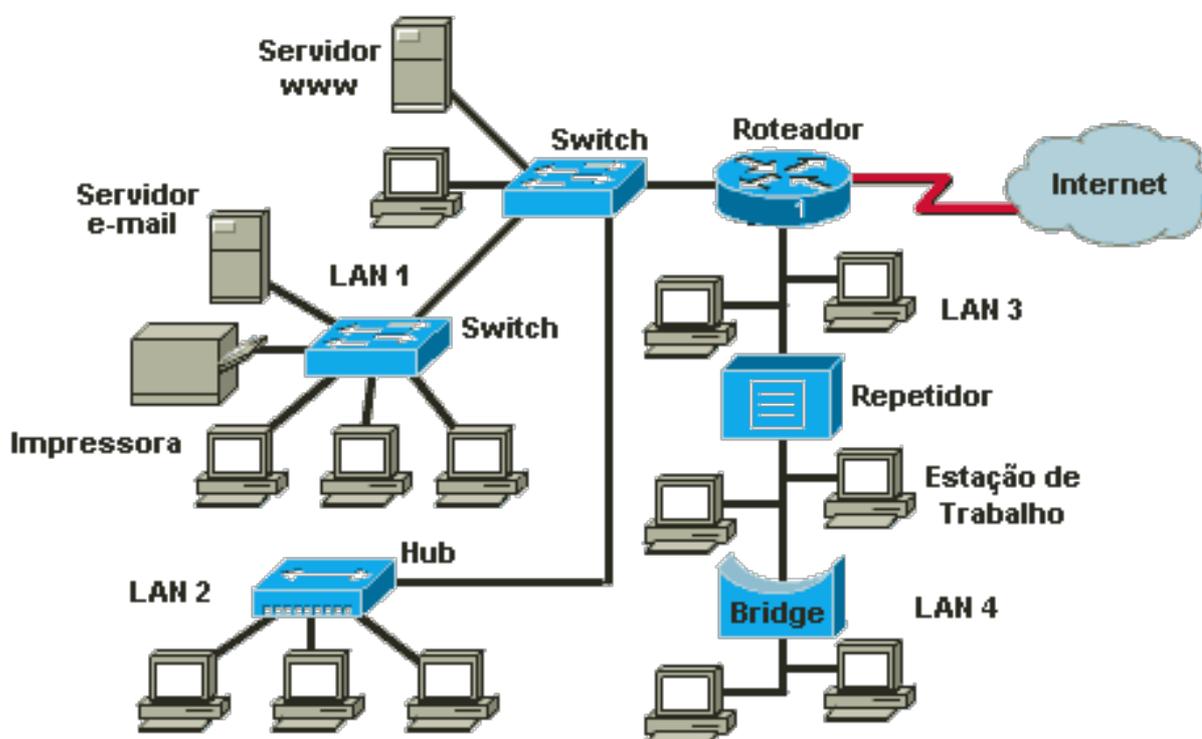


Figura 4: Diagrama de uma rede de computadores

Na década de 80, o Departamento de Defesas dos Estados Unidos da América, DoD, desenvolveu um padrão para a comunicação e troca de informações nas redes de computadores, conhecido como TCP/IP.

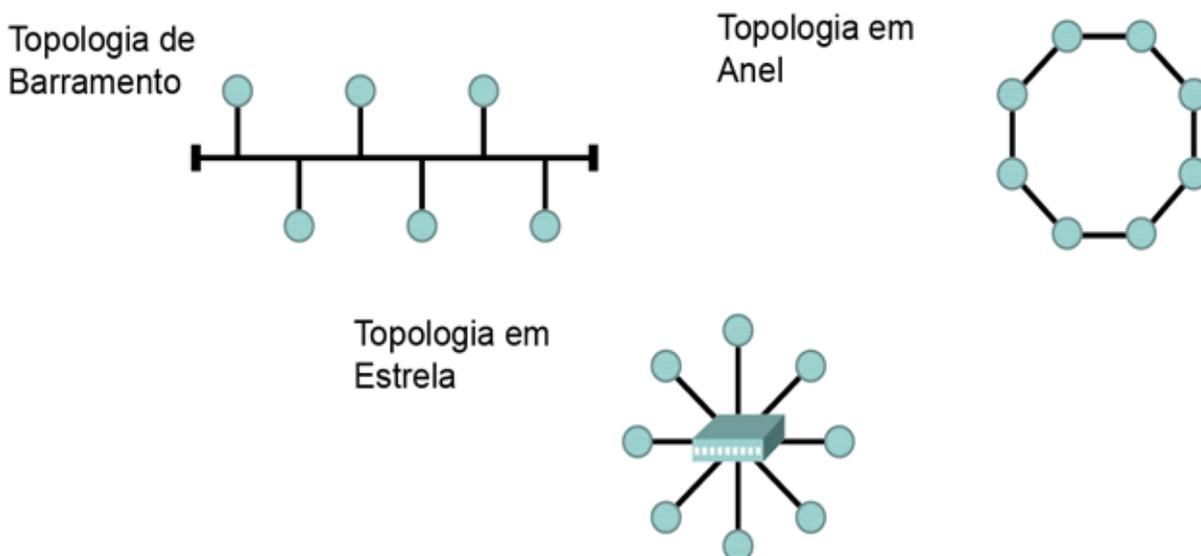
O nome TCP/IP refere-se a uma pilha de protocolos que tem como principais protocolos o TCP (Transmission Control Protocol) e o IP (Internet Protocol) além de outros protocolos conhecidos tais como ARP, RARP, UDP e ICMP. Logo não deve ser confundida a pilha de protocolos TCP/IP com os protocolos TCP e o protocolo IP, que possuem características de funcionamento bem distintos um do outro.

As redes podem ser divididas em duas categorias mais amplas: redes par-a-par, e reded cliente-servidor.

- Redes par-a-par:
  - Cada computador funciona como cliente e servidor
  - Redes relativamente simples
  - Nível de suporte administrativo disponível
  - Sem hierarquia
  - Sem servidores dedicados

- Tipicamente tem menos de 10 computadores
- Todos os usuários estão localizados na mesma área geral
- A segurança não é uma questão importante
- A rede tem um crescimento limitado em um futuro previsível
- Redes cliente-servidor
  - Servidores dedicados
  - Estações clientes não oferecem serviços à rede
  - Usadas em ambientes com mais de 10 usuários. Podem ser necessários vários servidores provendo serviços como: arquivos e impressão, aplicações, email, comunicação, etc.

Os computadores que formam uma rede podem estar conectados e dispostos de formas diferentes, ou seja, em topologias diferentes: barramento, anel ou estrela.



**Figura 5:** Topologias de rede

A tabela a seguir resume os pontos positivos e negativos de cada topologia:

Tipos de topologia	Pontos positivos	Pontos negativos
Estrela	Mais tolerância a falhas Facilidade de instalar usuários Monitoramento centralizado	Custo de instalação maior pois usa mais cabo

Anel	Razoavelmente fácil de instalar Requer menos cabos Desempenho uniforme	Se uma estação para, todos param Os problemas são difíceis de isolar
Barramento	Simple e fácil de instalar Requer menos cabos Fácil de entender	A rede fica mais lenta em períodos de uso intenso Os problemas são difíceis de isolar

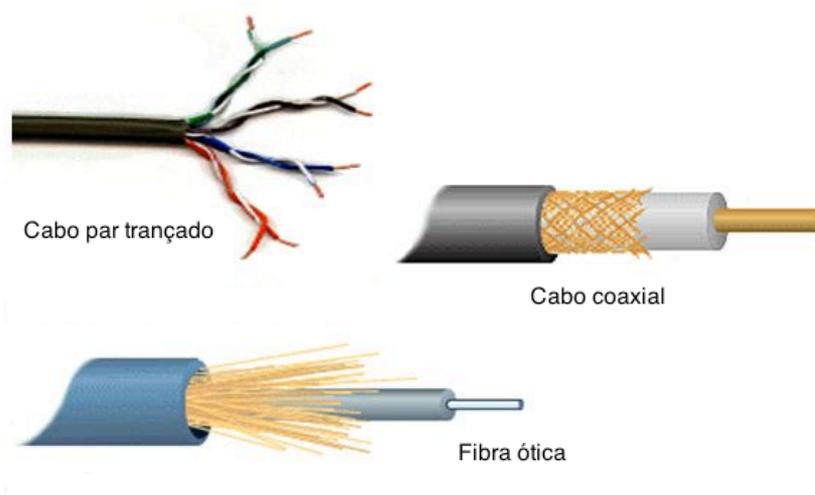
**Tabela 1:** Comparação entre topologias de rede

As redes de computadores podem ser classificadas de acordo com a sua topologia, no entanto, elas são mais comumente classificadas de acordo sua localização geográfica ou organização, como por exemplo LAN, MAN, WAN, PAN, etc.

- LAN (Local Area Network): também designadas como redes locais. Tipo de redes mais comum, uma vez que permite interligar computadores, servidores e outros equipamentos de rede em uma área geográfica limitada, como uma sala de aula, residência, escritório, etc.
  - Cabeamento em distância até 10Km
  - Alta taxa de transmissão (Mbps, Gbps)
  - Baixa taxa de erros
  - Baixo custo de cabeamento
  - Propriedade privada
  
- MAN (Metropolitan Area Network): são redes de comunicação que cobrem áreas do tamanho de uma cidade ou bairro. Permitem a interligação de equipamentos numa área metropolitana, como em locais situados em diversos pontos de uma cidade.
  - Cabeamento em distância de até 100Km
  - Alta taxa de transmissão (Mbps, Gbps)
  - Baixa taxa de erro
  - Custo de cabeamento médio
  - Propriedade privada ou pública

- WAN (Wide Area Network): permite a interligação de redes locais, metropolitanas e equipamentos de rede, em uma grande área geográfica, como um país ou continente.
  - Cabeamento de longas distâncias (sem limites), devido a maior abrangência geográfica
  - Taxa de transmissão pode ser de baixa a alta (Kbps, Mbps, Gbps) em função dos diferentes tipos de meios físicos adotados e das distâncias envolvidas
  - Taxa de erro superior a das LANs, em função do tipo de meio físico adotado e das distâncias envolvidas
  - Alto custo de cabeamento, por causa da abrangência geográfica
  - Propriedade pública, devido ao alto custo dos investimentos em infraestrutura.

Os dispositivos são conectados em uma rede, através de equipamentos próprios e podem se comunicar através de meios físicos, como cabos metálicos ou fibras óticas, ou até mesmo sem a necessidade de cabos, como nos casos das redes sem fio. Cada um deles possui suas vantagens, desvantagens e utilização mais apropriada de acordo com a necessidade.



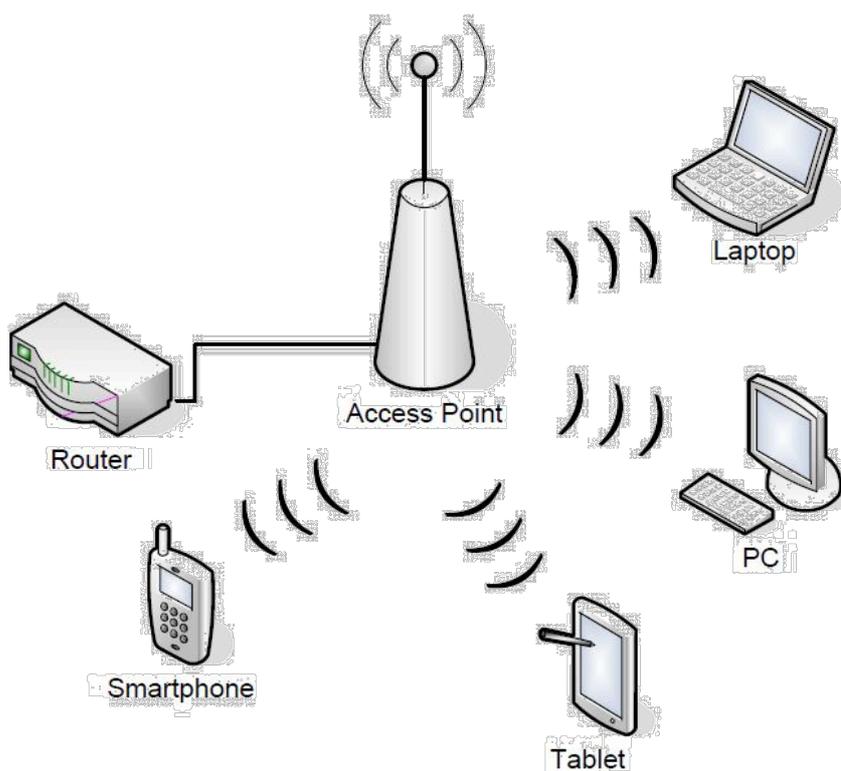
**Figura 6:** Principais tipos de cabos para conexão em rede

As redes sem fio (WLAN) são formadas por um conjunto de equipamentos conectados por meio de ondas eletromagnéticas, onde o meio de comunicação é o ar ao invés de cabos, dispensando assim qualquer tipo de cabeamento, tomadas, conectores, dutos, calhas, etc.

A motivação para a escolha e uso de uma rede sem fio pode ser:

- Mobilidade: WLANs permitem aos usuários acesso à informação de qualquer lugar da organização, sem necessidade de procurar um ponto de rede para se conectar, aumentando a flexibilidade de produtividade.
- Confiabilidade: Menos fios e conectores significam menos pontos de falhas, e portanto, menos problemas para usuários e gerentes de rede.
- Facilidade de instalação: Não necessitam de caras e demoradas instalações de cabeamento, especialmente em áreas que não tenham sido construídas prevendo um cabeamento estruturado.
- Custo: O custo pode ser menor do que o de uma solução de cabeamento estruturado, principalmente em instalações que sofrem constantes mudanças de layout.
- Escalabilidade: Sistemas WLANs são facilmente configurados para suportar uma variedade de ambientes de rede, tanto de pequenas quanto grandes empresas.

As redes WLANs são compostas basicamente por estações de trabalho ou dispositivos móveis, como smartphones, notebooks, etc., e pontos de acesso, ou Access Points.



**Figura 7:** Dispositivos conectados à uma WLAN

Independente da topologia e meio de comunicação, todos os dispositivos que fazem parte de uma rede precisam de uma interface de hardware para se conectar à rede. Essa interface é feita através de um elemento físico conhecido como placa de rede. Ao passar dos anos, com a evolução da tecnologia, essas placas reduziram de tamanho e passaram a ser incorporadas a outros hardwares que compõem os dispositivos da rede, no entanto, ainda elas ainda possuem a mesma função: controlar todo o envio e recebimento de dados através da rede.

As placas de rede mais utilizadas são as placas Ethernet. Elas adotam um sistema de endereçamento específico para identificar os computadores na rede local Ethernet, chamado endereço MAC, ou MAC Address. Cada placa possui um único endereço MAC.

O protocolo Ethernet utiliza o endereço MAC para identificar a origem e o destino dos pacotes de dados sendo enviados e recebidos na rede, de forma análoga a uma correspondência por cartas, onde o remetente e o destinatário são identificados pelo número do CEP.

Durante a década de 60 um protocolo de comunicação foi desenvolvido como recurso para um projeto do departamento de defesa dos Estados Unidos. O protocolo TCP/IP tinha como objetivo disponibilizar links de comunicação com alta velocidade, utilizando redes de comutação de pacotes. O protocolo deveria ser capaz de identificar e encontrar a melhor rota possível entre dois sites, ou locais, além de ser capaz de procurar rotas alternativas para chegar ao destino, caso qualquer uma das rotas tivesse sido destruída. O objetivo principal da elaboração de TCP/IP foi na época, encontrar um protocolo que pudesse tentar de todas as formas uma comunicação caso ocorresse uma guerra nuclear.

O projeto obteve sucesso e o protocolo muito bem aceito, sendo disseminado na comunidade internacional, e, daquele que antes era um projeto de origem militar, deu origem ao que hoje é conhecido como Internet, tendo o TCP/IP como protocolo de comunicação.

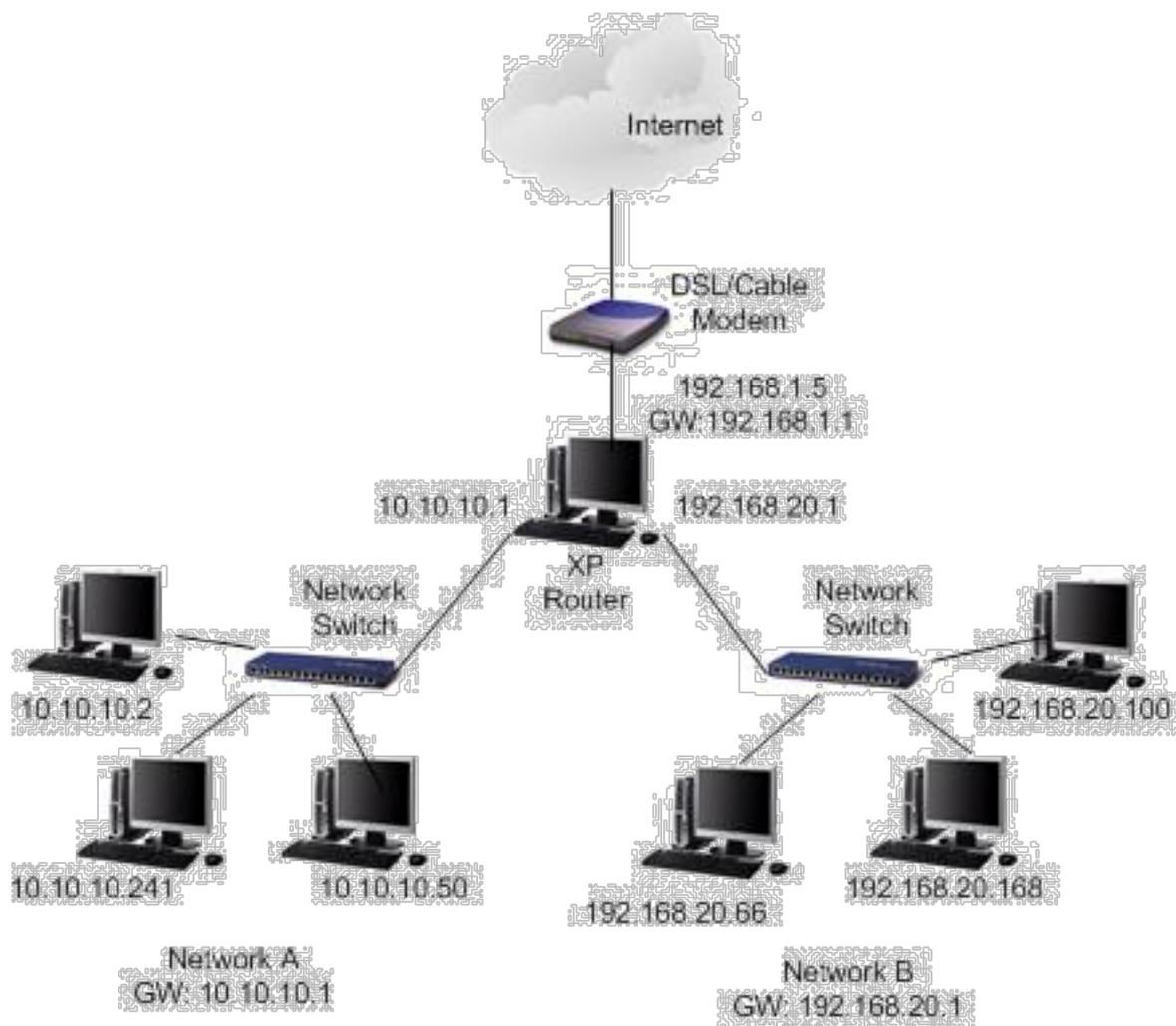
Entre os benefícios trazidos pelo protocolo TCP/IP pode-se considerar:

- **Padronização:** um protocolo roteável que é o mais completo e aceito protocolo disponível atualmente. Todos os sistemas operacionais modernos oferecem suporte para o TCP/IP e a maioria das grandes redes se baseia em TCP/IP para a maior parte de seu tráfego.
- **Interconectividade:** uma tecnologia para conectar sistemas não similares. Muitos utilitários padrões de conectividade estão disponíveis para acessar e transferir dados entre esses sistemas não similares, incluindo FTP (File Transfer Protocol) e Telnet (Terminal Emulation Protocol).
- **Roteamento:** permite e habilita as tecnologias mais antigas e as novas se conectarem à Internet. Trabalha com protocolos de linha como PPP (Point to Point Protocol) permitindo conexão remota a partir de linha discada ou dedicada. Trabalha como os mecanismos IPCs e interfaces mais utilizados pelos sistemas operacionais, como Windows sockets e NetBIOS.
- **Protocolo Robusto:** escalável, multiplataforma, com estrutura para ser utilizada em sistemas operacionais cliente/servidor, permitindo a utilização de aplicações desse porte entre dois pontos distantes.

- Internet: é através da suíte de protocolos TCP/IP que é possível obter acesso à Internet. As redes locais distribuem servidores de acesso a Internet (proxy servers) e os hosts locais se conectam a estes servidores para obter o acesso a Internet. Este acesso só pode ser conseguido se os computadores estiverem configurados para utilizar TCP/IP.

Como o protocolo foi desenvolvido pensando em interligar diversas redes, podendo haver vários caminhos entre o transmissor e o receptor, cada dispositivo que faz parte dessas redes é identificado por um número de endereço IP, o que permite identificar tanto o dispositivo quanto a rede a qual ele pertence.

O endereço IP é representado por um número de 32 bits, em forma de 4 números de 8 bits, separados por um ponto no formato: A.B.C.D, permitindo que o menor número formado seja 0.0.0.0 e o maior seja 255.255.255.255. Cada dispositivo da rede TCP/IP precisa ter um endereço IP único, para que o pacote de dados consiga ser entregue corretamente.



**Figura 8:** Dispositivos e suas identificações IP na rede

### 3.2 INTERNET DAS COISAS

A Internet das coisas é uma revolução tecnológica que representa o futuro da computação e da comunicação e cujo desenvolvimento depende da inovação técnica dinâmica em campos tão importantes como os sensores wireless e a nanotecnologia.

Com a conexão de objetos e aparelhos comuns do dia-a-dia à grandes bases de dados e à internet, é possível o registro de mudanças na qualidade física desses equipamentos, através de sensores altamente tecnológicos. A “inteligência própria de cada objecto aumenta o poder da rede de devolver a informação processada para diferentes pontos.

O mundo está cada vez mais interconectado e através da Internet não apenas as pessoas se comunicam, mas mais e mais objetos “falando” uns com os outros criando uma verdadeira Internet das coisas. A Internet das Coisas vai criar uma rede de centenas de bilhões de objetos identificáveis e que poderão interoperar uns com os outros e com os data centers e suas nuvens computacionais. A Internet das Coisas vai aglutinar o mundo digital com o mundo físico, permitindo que os objetos façam parte dos sistemas de informação, adicionando inteligência à infraestrutura física que molda nossa sociedade.

No futuro poderemos ter:

- Em casa: Objetos dentro de casas inteligentes falaram entre si para facilitar atividades diárias: o despertador avisará a cafeteira que a pessoa está prestes a acordar e que deve-se começar o preparo do café. Enquanto isso a geladeira cria uma notificação de que está na hora de fazer as compras e o despertador avisa o usuário de suas tarefas do dia antes mesmo de levantar da cama.
- Na rua: Normalização de carros independentes, que dirijam sozinhos, criem rotas alternativas e façam a previsão do tempo de viagem, por exemplo.
- No trabalho: Ao invés de teleconferências, a evolução da computação possibilitará a criação de hologramas para estabelecer reuniões à distância.
- Durante as compras: Eletrodomésticos da cozinha, por exemplo, poderão identificar a falta de algum alimento e realizar a compra em um supermercado. Você poderá passar em um drive-thru e apenas recolher os produtos.

Apesar de estarmos ainda longe de um nível de automação e interconectividade vistos em filmes e obras de ficção científica, já é possível acompanhar os primeiros passos de algo muito maior, que ainda toma forma.

Sensores de ré, velocidade e distância, faróis automáticos e outras tecnologias já estão presentes em alguns automóveis, que também acessam a Internet e conectam os motoristas à redes sociais, notícias e informações das estradas em tempo real.

Segundo previsões de duas das maiores empresas de consultoria do mundo, IDC e Gartner, respectivamente, o mercado movimentará US\$ 7,3 trilhões em apenas três anos e até US\$ 300 bilhões em 2020, quando, de 26 a 30 bilhões de dispositivos estarão conectados à internet das coisas.

### 3.3 SISTEMAS EMBARCADOS

Um sistema embarcado é um sistema microprocessado no qual o computador é completamente encapsulado ou dedicado ao dispositivo ou sistema que ele controla. Diferente de computadores de propósito geral, como o computador pessoal, um sistema embarcado realiza um conjunto de tarefas predefinidas, geralmente com requisitos específicos. Já que o sistema é dedicado a tarefas específicas, através de engenharia pode-se otimizar o projeto reduzindo tamanho, recursos computacionais e custo do produto.

Exemplos de sistemas embarcados:

- Computadores de bordo automotivos
- Smartphones e PDAs
- Sistemas de controle de acesso biométrico
- Controle de temperatura de ar-condicionado
- MP3 players
- Impressoras
- Equipamentos de rede
- Equipamentos portáteis de medição
- Sistemas de monitoramento médico

Por questões como segurança e usabilidade, alguns sistemas embarcados possuem restrições para computação em tempo real. O software escrito para sistemas embarcados é muitas vezes chamado firmware, e armazenado em uma memória ROM ou memória flash ao invés de um disco rígido. Por vezes o sistema também é executado com recursos computacionais limitados: sem teclado, sem tela e com pouca memória.

Normalmente os sistemas embarcados, por contarem com uma quantidade reduzida de recursos como memória, poder de processamento e outros requisitos

como processamento em tempo real, não são projetados para utilizar sistemas operacionais destinados aos computadores pessoais. Geralmente utilizam sistemas operacionais de tempo real especiais que além de consumirem muito menos memória e processamento, são muito mais estáveis e confiáveis.

Existem no mercado os mais diversos tipos de microcontroladores, cada um com um conjunto próprio de periféricos e funções, podendo ser conectados a dispositivos analógicos, permitindo o uso de sensores diversos. Isso permite a criação de dispositivos simples, que monitoram temperatura, umidade, intensidade da luz, aceleração, campos magnéticos e assim por diante, executando ações pré-definidas em caso de mudanças, como ligar o ar condicionado, abrir ou fechar as persianas, ou mesmo disparar o air-bag do seu carro em caso de colisão.

Os sistemas embarcados podem ser desenvolvidos para servir à inúmeras aplicações, entre elas as de relacionadas à conectividade e automação, itens relacionados à arquitetura de redes e internet das coisas.

### 3.4 IMPACTO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE

Alteração ambiental é toda alteração produzida pela atividade humana ao atuar sobre a natureza, que modifica sua condição original (ou natural). A responsabilidade pelas decisões ambientais é da sociedade e dos indivíduos, de forma indissociável. Há uma co-responsabilidade em todas as decisões. A sociedade precisa de bens e serviços ambientais e autoriza o indivíduo ou ente econômico a atuar no ambiente, dentro de certas condições, que precisam ser seguidas, com proveitos sociais e econômicos para a própria sociedade.

Na primeira década do novo milênio aumentou a preocupação com o descarte de resíduos eletrônicos, uma vez que no final no século passado houve um avanço muito grande no consumo, porém somente no início dos anos 2000 aconteceram os primeiros descartes em grande quantidade de produtos eletrônicos. Essa preocupação com o impacto dos recursos tecnológicos no meio ambiente tornou-se tendência no século XXI, englobando, entre outros, o cumprimento da legislação ambiental, diagnósticos dos aspectos e impactos ambientais de atividades relacionadas à área da Tecnologia da Informação, seguindo e desenvolvendo

procedimentos e planos de ação com objetivos de eliminação ou diminuição da agressão ambiental.

Atentada para as questões relacionadas ao meio ambiente e ao impacto causado pelas tecnologias produzidas em larga escala, entrou em vigor no ano de 2006 uma legislação, RHOS (Restriction of Certain Hazardous Substances) ou Restrição de Certas Substâncias Perigosas. Essa legislação europeia proíbe que certas substâncias sejam utilizadas no processo de fabricação de produtos. São elas: Cádmio (Cd), Mercúrio (Hg), Cromo hexavalente (Cr(VI)), Bifenilos Polibromados (PBBs), Éteres Difenil-Polibromados (PBDEs) e Chumbo (Pb). A lei RHOS é também conhecida como “Lei do Chumbo” mas ela trata também das outras substâncias.

Outra norma que visa a diminuição do impacto ambiental causado pelas empresas de tecnologia é a WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) ou Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos). Ela tem o objetivo de reduzir a quantidade de produtos elétricos e eletrônicos que vão para o lixo. A diretiva define objetivos de coleta, recuperação e reciclagem de todos os tipos de produtos elétricos na União Europeia.

Apesar de ambas as leis terem sua origem na Europa e se aplicarem somente a produtos fabricados e comercializados por lá, outros países buscam seguir essas orientações para manter as parcerias comerciais e as relações de importação e exportação. Ainda mais importante é o crescimento da cultura da preocupação com o meio ambiente, seja no momento da produção ou no momento do descarte.

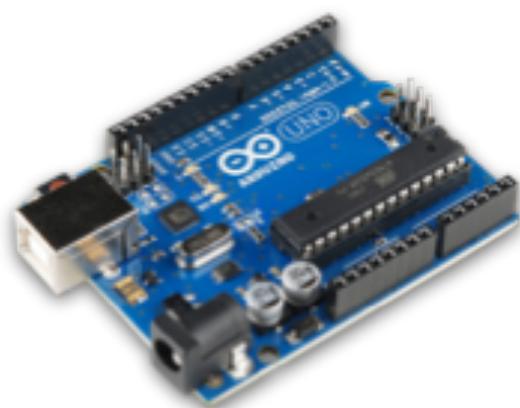
#### 4 METODOLOGIA

Para avaliar os diversos aspectos do desenvolvimento e implantação do sistema, foi desenvolvido um protótipo que irá executar as funções básica, como acender e apagar LEDs. Esse protótipo é baseado na plataforma Arduino Uno R3, com o módulo ethernet shield W5100, que permite o controle remoto via WiFi.

O Arduino foi escolhido por ser uma poderosa plataforma opensource de baixo custo, com entradas e saídas digitais e analógicas que permitem um amplo leque de desenvolvimento de sistemas eletrônicos. Com um ambiente de desenvolvimento em linguagem C, a codificação do software se torna mais simples.

O modelo Uno R3 possui as seguintes características:

- Microcontrolador Atmega328 pré-carregado com “bootloader”;
- 14 entradas/saídas digitais (das quais 6 podem ser usadas como saídas PWM);
- entradas analógicas;
- Um cristal oscilador de 16MHz;
- Conexão USB;
- Uma entrada para fonte AC-DC (ou bateria);
- Soquetes para ICSP;
- Um botão de reset.



**Figura 9:** Arduino Uno R3



**Figura 10:** Ethernet Shield W5100

O módulo Arduino Ethernet Shield W5100 se encaixa no módulo Arduino Uno R3 permitindo conectá-lo a rede ethernet através do conector RJ45. Uma vez

conectado roteador wireless, o módulo Arduino pode ser acessado por dispositivos móveis também conectados no mesmo roteador.

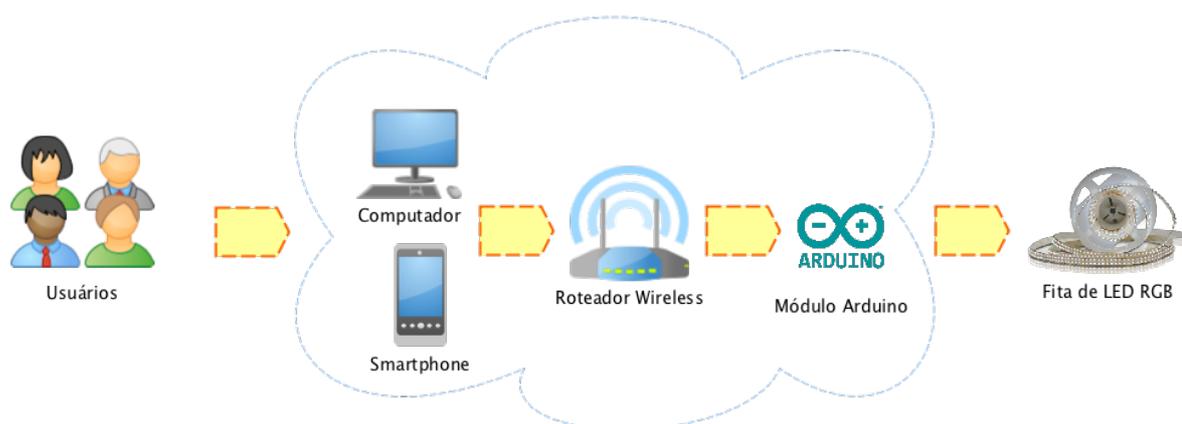
O Ethernet Shield baseia-se no chip WIZnet ethernet W5100 que fornece acesso à rede IP nos protocolos TCP ou UDP e é facilmente programado usando as bibliotecas Ethernet Library e SD Library. Esse módulo possui um slot para cartão micro-SD, aumentando a capacidade de armazenamento de arquivos a serem utilizados por um webserver.

Para que o protótipo fosse desenvolvido de forma funcional, seus módulos foram testados em separado, primeiramente o Arduino, em seguida o Ethernet Shield conectado ao roteador e então os dois módulos foram unidos em um teste final. Os detalhes de cada módulo assim como a diagramação em blocos será detalhada nas sessões seguintes.

O software embarcado no Arduino foi desenvolvido utilizando a própria IDE do sistema, de fácil entendimento e com ferramentas satisfatórias para programação, depuração e monitoramento do sistema, através de um terminal serial.

## 5 O PROJETO

O projeto “WiFi Lux” teve como foco a entrega de um protótipo onde os usuários podem, através de computadores ou dispositivos móveis, acessar uma página web mantida pelo módulo Arduino, e através dela controlar a fita de LED.



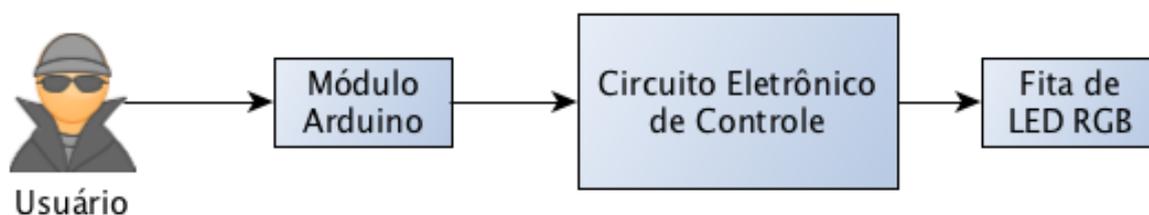
**Figura 11:** Diagrama sistema WiFi Lux

Para que o sistema funcione de forma adequada o mesmo deve ser acessado por um dispositivo conectado na mesma rede que o módulo Arduino, não sendo possível fazer esse acesso através da internet.

Uma vez acessada a página web, o usuário poderá então executar uma das funções descritas abaixo:

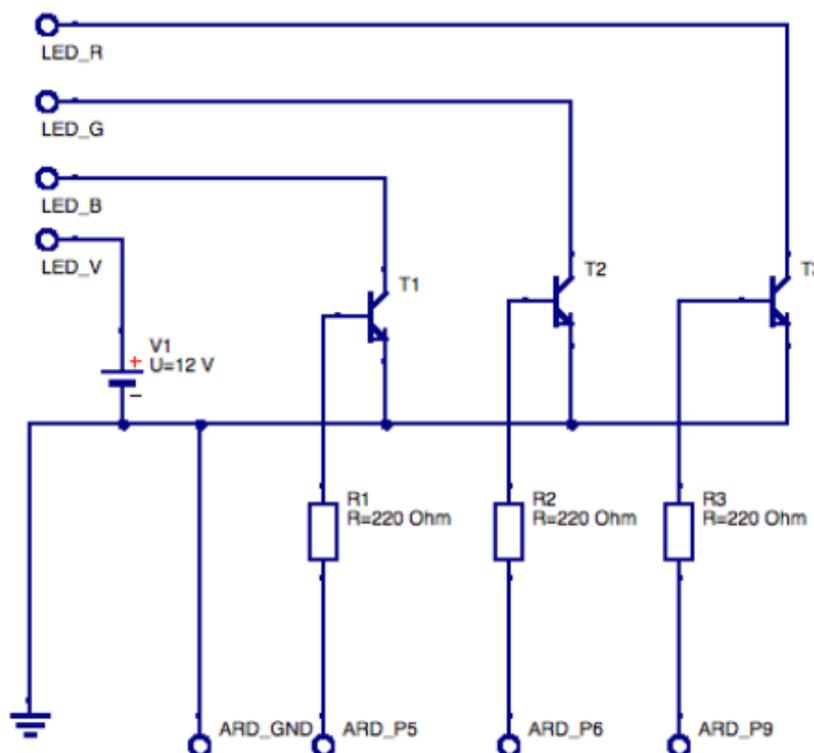
- Cor: Selecionar qual a cor a ser exibida pela fita de LED
- Efeito: Selecionar o efeito exibido pela fita de LED

Todas essas funções foram desenvolvidas e pré programadas no módulo Arduino, e terão seus códigos apresentados posteriormente nesse documento.



**Figura 12:** Diagrama de blocos do sistema WiFi Lux

O circuito eletrônico de controle irá fazer a interface entre o Arduino e a fita de LED. Esse circuito, composto por transistores e resistores, é demonstrado logo abaixo.

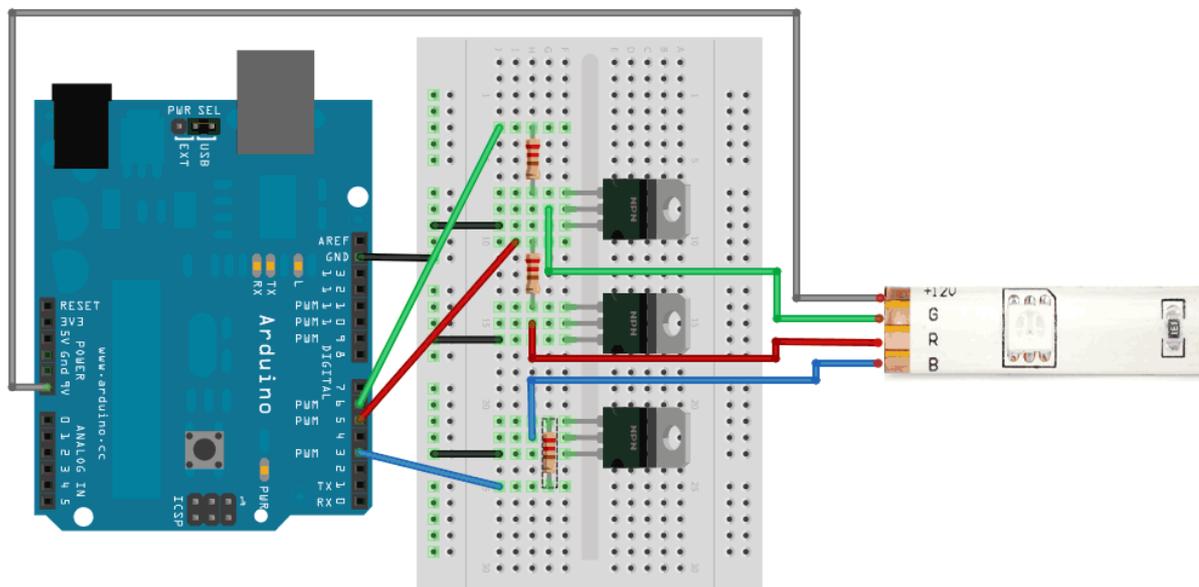


**Figura 13:** Circuito eletrônico de controle da fita de LED

Os pinos LED\_R, LED\_G e LED\_B representam os pinos da fita de LED Red, Green e Blue, e o pino LED\_V representa o pino de alimentação positiva da fita de LED

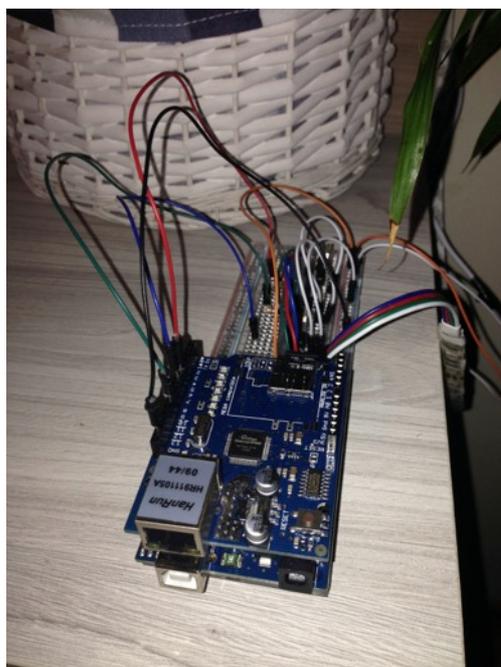
Os pinos ARD\_x representam os pinos PWM do módulo Arduino utilizados para conectar e controlar cada um dos canais RGB da fita de LED.

Foram também utilizados 3 transistores TIP120 e 3 resistores de 220Ω.



**Figura 14:** Diagrama Fritzing do protótipo

O diagrama acima mostra como os componentes são conectados ao módulo Arduino que controla a fita de LED. Nesse diagrama não é mostrado o módulo Ethernet Shield pois o mesmo é conectado ao módulo Arduino sem alterar a pinagem.



**Figura 15:** Protótipo WiFi Lux

## 6 RESULTADOS

Os resultados obtidos durante os testes foram bastante satisfatórios. Mesmo com um cronograma apertado as funções básicas foram desenvolvidas.

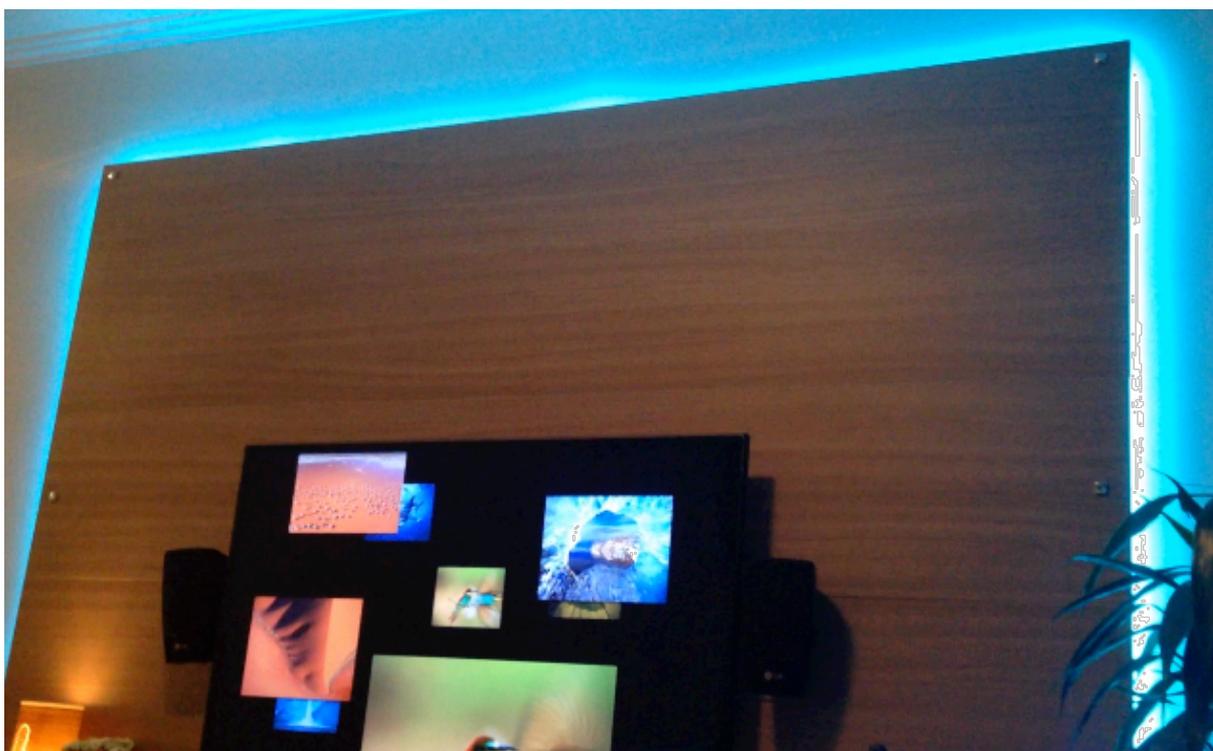
Durante a implementação do web server houveram alguns imprevistos e complicações com o tratamento do protocolo HTTP, que foi solucionado depois de muito estudo e pesquisa. A solução que mais agradou foi a adoção de um array de char como buffer para receber todos os caracteres vindo da conexão com o cliente. Uma vez recebido o char representando o fim de linha, '\n', esse buffer então era tratado, sendo possível identificar a cor selecionada ou o efeito desejado.

Infelizmente não foi possível desenvolver uma placa de circuito impresso e armazenar o circuito eletrônico em um envólucro apropriado.

De qualquer maneira, o dispositivo foi instalado permitindo um agradável controle da iluminação do painel da sala onde fica a televisão.



Figura 16: Interface HTML de acesso ao sistema WiFi Lux



**Figura 17:** Painel da sala iluminado de acordo com a cor selecionada

## **7 IMPACTO AMBIENTAL**

O sistema WiFi Lux é composto por uma fita de LED e placas de circuito impresso, que como a grande maioria dos equipamentos eletrônicos, possui os componentes “colados” com uma solda tradicional, podendo conter chumbo (Pb) em sua composição.

Como o Arduino é uma plataforma de desenvolvimento embacado, ele pode ser reutilizado em inúmeras aplicações adiando a necessidade de descarte.

## **8 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Definitivamente a mobilidade está presente de forma marcante nos dias atuais. E como já era de se esperar a conectividade permite às pessoas estarem presentes, mesmo que de forma virtual, no mais diversos locais, e serem “bombardeadas” por informações enviadas de sensores de todos os tipos.

O projeto WiFi Lux traz uma pequena amostra do potencial dos sistemas embarcados e da mobilidade e conforto proporcionados ao usuário final.

Essa pequena amostra possui um grande potencial, podendo futuramente ter o software embarcado e a página de controle aprimorados, permitindo a seleção de diferentes efeitos de cores, controle de outros equipamentos da residência como ar condicionado, ventiladores, persianas, etc.

No decorrer da pesquisa para a elaboração deste projeto foi possível notar como diversos desenvolvedores buscam elaborar e automatizar suas residências de forma independente e acabam por produzir uma solução comercial e alto potencial. Empresas se formam e são muito bem sucedidas em suas atividades, tornando mais próximos os lares das ficções científicas.

Para o futuro também seria interessante iniciar estudos do protocolo Bluetooth que é amplamente aceito atualmente por estar presente nos smartphones ao alcance do grande público. Outra sugestão é o desenvolvimento de um aplicativo mais robusto utilizando-se a plataforma iOS e Android.

## REFERÊNCIAS

ELIAS, Glêdson; LOBATO, Luis Carlos. **Arquitetura e Protocolos de Rede TCP-IP**. 2 Ed. Rio de Janeiro, 2013

FUTURECOM. **O que é Internet das coisas?**. Disponível em: <http://www.futurecom.com.br/blog/o-que-e-a-internet-das-coisas/>. Acesso em: 12 de Maio de 2014.

IBM. **A Internet das coisas**. Disponível em:

[http://www.ibm.com/midmarket/br/pt/pm/internet\\_coisas.html](http://www.ibm.com/midmarket/br/pt/pm/internet_coisas.html). Acesso em 12 de Maio de 2014.

GUIA DO HARDWARE. **Entendendo os sistemas embarcados**. Disponível em: <http://www.hardware.com.br/artigos/entendendo-sistemas-embarcados/>. Acesso em 14 de Maio de 2014.

AMBIENTE BRASIL. **Sustentabilidade: Considerações socioeconômicas do impacto ambiental**. Disponível em: <http://noticias.ambientebrasil.com.br/artigos/2008/01/22/35949-sustentabilidade-consideracoes-socioeconomicas-do-impacto-ambiental.html>. Acesso em 20 de Maio de 2014.

## ANEXO A – CÓDIGO FONTE DO SOFTWARE EMBARCADO

```

#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
#include <SD.h>

// Buffer para capturar requisicoes HTTP
#define REQ_BUF_SZ    60

#define RED 5
#define GREEN 9
#define BLUE 6

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED }; //define mac address

byte ip[] = { 192, 168, 100, 15 }; // define IP
byte gateway[] = { 192, 168, 1, 1 }; // define gateway

byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 }; //define subnet mask

EthernetServer server(80);          // cria o webserver na porta 80
File webFile;                       // usado para enviar um arquivo no SD card
char HTTP_req[REQ_BUF_SZ] = {0};
char req_index = 0;

String tempStringValue;
boolean effectIsON = false;

void setup()
{
    Serial.begin(9600);

    ///Inicia SD card
    Serial.println("1. Initializing SD card...");
    if (!SD.begin(4)) {
        Serial.println("    ERROR - SD card initialization failed!");
        return;    // init failed
    }
    Serial.println("    SUCCESS - SD card initialized.");
    // procura pelo index.htm
    if (!SD.exists("index.htm")) {

```

```

        Serial.println("  ERROR - Can't find index.htm file!");
        return; // nao encontrou index.htm
    }
    Serial.println("  SUCCESS - Found index.htm file.");

    Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet);
    server.begin();
    Serial.print("2. Server running at: " + Ethernet.localIP());
}

void loop()
{
    if( effectIsON )
        ledStripEffect();
    EthernetClient client = server.available(); // aguarda por clientes
    chegando

    if (client) {

        Serial.println("3. New client...");
        boolean currentLineIsBlank = true;
        while (client.connected()) {
            if (client.available()) {
                char c = client.read(); //lendo byte a byte

                if (req_index < (REQ_BUF_SZ - 1)) {
                    HTTP_req[req_index] = c;           // save HTTP request
                    character

                    req_index++;
                }

                // a requisicao http termina com uma linha em branco
                if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
                    // envia um cabecalho padrao http como resposta
                    client.println("HTTP/1.1 200 OK");
                    client.println("Content-Type: text/html");
                    client.println("Connection: close");
                    client.println();

                    // Solicitado setar um cor

```

```

if( StrContains(HTTP_req, "?color=")){
    tempStringValue = HTTP_req;
    effectIsON = false;
    ledStripColor();
}

// Solicitado setar um efeito
if( StrContains(HTTP_req, "?efeito=")){
    tempStringValue = HTTP_req;
    effectIsON = true;
    ledStripEffect();
}

webFile = SD.open("index.htm");

if(webFile){
    while(webFile.available()) {
        client.write(webFile.read()); // envia
webpage para o cliente
    }
    webFile.close();
}

// display received HTTP request on serial port
Serial.print(HTTP_req);

// reset buffer index and all buffer elements to 0
req_index = 0;
StrClear(HTTP_req, REQ_BUF_SZ);
break;
}
// every line of text received from the client ends with
\r\n

if (c == '\n') {
    // last character on line of received text
    // starting new line with next character read
    currentLineIsBlank = true;
}
else if (c != '\r') {

```

```

        // a text character was received from client
        currentLineIsBlank = false;
    }
    } // end if (client.available())
} // end while (client.connected())
delay(1); // give the web browser time to receive the data
client.stop(); // close the connection
} // end if (client)
}

```

```

//***** COR ***** //
void ledStripColor(void){
    Serial.println( effectIsON );

    String cValue;
    int i;
    int rgbColor[3];
    int s = tempStringValue.indexOf('?color=');
    int e = tempStringValue.indexOf('00');

    for( i=s+1; i<e; i++ ){
        cValue.concat( tempStringValue[i] );
    }
    Serial.println( cValue );

    if( cValue == "white" ){
        rgbColor[0] = 255;
        rgbColor[1] = 182;
        rgbColor[2] = 193;
    }
    else if( cValue == "red" ){
        rgbColor[0] = 255;
        rgbColor[1] = 0;
        rgbColor[2] = 0;
    }
    else if( cValue == "darkorange" ){
        rgbColor[0] = 255;
        rgbColor[1] = 140;
        rgbColor[2] = 0;
    }
}

```

```
}  
else if( cValue == "yellow" ){  
    rgbColor[0] = 255;  
    rgbColor[1] = 255;  
    rgbColor[2] = 0;  
}  
else if( cValue == "olive" ){  
    rgbColor[0] = 128;  
    rgbColor[1] = 128;  
    rgbColor[2] = 0;  
}  
else if( cValue == "lime" ){  
    rgbColor[0] = 0;  
    rgbColor[1] = 255;  
    rgbColor[2] = 0;  
}  
else if( cValue == "green" ){  
    rgbColor[0] = 0;  
    rgbColor[1] = 128;  
    rgbColor[2] = 0;  
}  
else if( cValue == "aqua" ){  
    rgbColor[0] = 0;  
    rgbColor[1] = 255;  
    rgbColor[2] = 255;  
}  
else if( cValue == "teal" ){  
    rgbColor[0] = 0;  
    rgbColor[1] = 128;  
    rgbColor[2] = 128;  
}  
else if( cValue == "blue" ){  
    rgbColor[0] = 0;  
    rgbColor[1] = 0;  
    rgbColor[2] = 255;  
}  
else if( cValue == "navy" ){  
    rgbColor[0] = 0;  
    rgbColor[1] = 0;  
    rgbColor[2] = 128;
```

```

    }
    else if( cValue == "fuchsia" ){
        rgbColor[0] = 255;
        rgbColor[1] = 0;
        rgbColor[2] = 255;
    }
    else if( cValue == "purple" ){
        rgbColor[0] = 128;
        rgbColor[1] = 0;
        rgbColor[2] = 128;
    }
    else{
        rgbColor[0] = 0;
        rgbColor[1] = 0;
        rgbColor[2] = 0;
    }

    Serial.println(rgbColor[0]);
    Serial.println(rgbColor[1]);
    Serial.println(rgbColor[2]);

    analogWrite(RED, rgbColor[0]);
    analogWrite(GREEN, rgbColor[1]);
    analogWrite(BLUE, rgbColor[2]);

}

//***** EFEITO ***** //

void ledStripEffect(){
    Serial.println( effectISON );
    String eValue;
    int delayFade, delayStrobo;
    int i;
    int s = tempStringValue.indexOf('?efeito=');
    int e = tempStringValue.indexOf('11');

    for( i=s+1; i<e; i++ ){
        eValue.concat( tempStringValue[i] );
    }
}

```

```
}  
Serial.println( eValue );  
  
if( eValue == "strobo" ){  
    // Acende todas as cores juntas  
    delayStrobo = 50;  
    analogWrite(RED, 255);  
    analogWrite(GREEN, 255);  
    analogWrite(BLUE, 255);  
    delay(delayStrobo);  
  
    // Apaga todas as cores juntas  
    analogWrite(RED, 0);  
    analogWrite(GREEN, 0);  
    analogWrite(BLUE, 0);  
    delay(delayStrobo);  
}  
else if( eValue == "fade" ){  
    // Declara as variáveis dos loops  
    int r, g, b;  
    delayFade = 10;  
  
    analogWrite(RED, 0);  
    analogWrite(GREEN, 0);  
    analogWrite(BLUE, 255);  
  
    // Fade do azul (já estava aceso) até o violeta, adicionando o vermelho  
    for(r = 0; r <= 255; r++){  
        analogWrite(RED, r);  
        delay(delayFade);  
    }  
  
    // Fade do violeta até o vermelho, removendo o azul  
    for(b = 255; b >= 0; b--){  
        analogWrite(BLUE, b);  
        delay(delayFade);  
    }  
  
    // Fade do vermelho até o amarelo, adicionando o verde  
    for(g = 0; g <= 255; g++){
```

```

    analogWrite(GREEN, g);
    delay(delayFade);
}

// Fade do amarelo até o verde, removendo o vermelho
for(r = 255; r >= 0; r--){
    analogWrite(RED, r);
    delay(delayFade);
}

// Fade do verde até o turquesa, adicionando o azul
for(b = 0; b <= 255; b++){
    analogWrite(BLUE, b);
    delay(delayFade);
}

// Fade do turquesa até o azul, removendo o verde
for(g = 255; g >= 0; g--){
    analogWrite(GREEN, g);
    delay(delayFade);
}

// Em seguida o loop continua, com o azul aceso
}
}

// sets every element of str to 0 (clears array)
void StrClear(char *str, char length)
{
    for (int i = 0; i < length; i++)
    {
        str[i] = 0;
    }
}

// searches for the string sfind in the string str
// returns 1 if string found
// returns 0 if string not found
char StrContains(char *str, char *sfind)
{

```

```
char found = 0;
char index = 0;
char len;

len = strlen(str);

if (strlen(sfind) > len) {
    return 0;
}
while (index < len) {
    if (str[index] == sfind[found]) {
        found++;
        if (strlen(sfind) == found) {
            return 1;
        }
    }
    else {
        found = 0;
    }
    index++;
}

return 0;
}
```

## ANEXO B – CÓDIGO FONTE DA PÁGINA HTML

```
<html>
  <head>
    <!-- CSS goes in the document HEAD or added to your external stylesheet
-->
    <style type="text/css">
      table.gridtable {
        font-family: verdana,arial,sans-serif;
        font-size:14px;
        text-align:center;
        vertical-align:middle;
        color:#333333;
        border-width: 1px;
        border-color: #666666;
        border-collapse: collapse;
      }
      table.gridtable th {
        border-width: 1px;
        padding: 8px;
        border-style: solid;
        border-color: #666666;
      }
      table.gridtable td {
        border-width: 1px;
        padding: 8px;
        border-style: solid;
        border-color: #666666;
        width:6em;
      }
    </style>
    <meta content="text/html; charset=windows-1252" http-equiv="content-
type">
    <title>Seletor de cores</title>
  </head>
  <body>
    <h1>WiFi Lux</h1>
    <h4>Projeto apresentado para a materia de Resolucao de Problemas em
      Engenharia</h4>
    <h3>
      <p>Seletor de cores</p>
```

```

</h3>
<form>
  <table class="gridtable">
    <tbody>
      <tr>
        <td style="background:White"><input name="color"
value="white00" onclick="submit();"
        type="radio">White</td>
        <td style="background:red"><input name="color" value="red00"
onclick="submit();"
        type="radio">Red</td>
        <td style="background:darkorange"><input name="color"
value="darkorange00"
        onclick="submit();"
        type="radio">Dark          Orange</td>
        <td style="background:yellow"><input name="color"
value="yellow00" onclick="submit();"
        type="radio">Yellow</td>
        <td style="background:olive"><input name="color"
value="olive00" onclick="submit();"
        type="radio">Olive</td>
        <td style="background:lime"><input name="color" value="lime00"
onclick="submit();"
        type="radio">Lime</td>
        <td style="background:green"><input name="color"
value="green00" onclick="submit();"
        type="radio">Green</td>
      </tr>
      <tr>
        <td style="background:aqua"><input name="color" value="aqua00"
onclick="submit();"
        type="radio">Aqua</td>
        <td style="background:teal; color:white"><input name="color"
value="teal00"
        onclick="submit();"
        type="radio">Teal</td>
        <td style="background:blue; color:white"><input name="color"
value="blue00"
        onclick="submit();"
        type="radio">Blue</td>

```

```

        <td style="background:navy; color:white"><input name="color"
value="navy00"
        onclick="submit();"
        type="radio">Navy</td>
        <td style="background:fuchsia; color:white"><input name="color"
value="fuchsia00"
        onclick="submit();"
        type="radio">Fuchsia</td>
        <td style="background:purple; color:white"><input name="color"
value="purple00"
        onclick="submit();"
        type="radio">Purple</td>
    </tr>
</tbody>
</table>
</form>
<h3><br>
    Efeito</h3>
    <form> <input name="efeito" value="stroboll" onclick="submit();"
type="radio">Strobo<br>
        <br>
        <input name="efeito" value="fadell" onclick="submit();"
type="radio">Fade<br>
    </form>
</body>
</html>

```