

COLÉGIO SÃO FRANCISCO DE ASSIS

HUGO SOARES

ARTHUR ABURACHID

GABRIEL MALTA

VINICIUS HORTA

**LI FI**

**INFORMAÇÃO PELA LUZ**

BELO HORIZONTE

2017

HUGO SOARES

ARTHUR ABURACHID

GABRIEL MALTA

VINICIUS HORTA

**LI FI**

**INFORMAÇÃO PELA LUZ**

**Projeto desenvolvido pelo grupo  
de iniciação científica do Colégio  
São Francisco de Assis**

**Orientador: Prof. Física  
André Garcia**

BELO HORIZONTE

2017

## **RESUMO**

O espectro de radiofrequência tem se tornado cada vez mais escasso nos últimos anos devido ao grande aumento do número de dispositivos móveis que utilizam as redes sem fio para se conectar com a internet. Por isso, novas formas de estabelecer conexão sem fio, utilizando outras faixas do espectro de frequência, vêm sendo desenvolvidas, como o VLC.

O sistema Visible Light Communication (VLC) tem se tornado uma opção para complementar os sistemas de comunicação sem fio, pois o espectro de radiofrequência está se tornando escasso devido ao aumento exponencial do número de dispositivos móveis que utilizam as redes sem fio para se conectar com a internet.

O VLC se baseia na comunicação através da luz visível, em que a variação da intensidade da luz. Pode ser utilizado em vastas aplicações, tanto em ambientes internos.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS .....	10
3 O QUE É O LI-FI? .....	11
3.1 COMO FUNCIONA O VLC? .....	11
3.2 PORQUE AINDA NÃO FOI IMPLANTADO? .....	11
4 LI-FI vS WI-FI.....	12
5 PROJETO.....	14
5.1 EMISSOR.....	14
5.2 Receptor .....	15
5.3Tipo de emissor e receptor.....	16
6 RESULTADOS .....	17
6.1 MATERIAIS USADOS.....	17
7 CONCLUSÃO .....	18

## **1 INTRODUÇÃO**

Este trabalho consiste em montar um protótipo de sistema sem fio através da luz visível e testar o protótipo em diversas situações e apontar em quais delas a comunicação foi mais estável.

Tal tecnologia tem baixo custo comparado com a comunicação por espectro de radiofrequência. E ainda aproveitamos o LED transmissor na iluminação do ambiente, que possui alta qualidade em relação a uma lâmpada fluorescente ou incandescente, por exemplo.

## **2 OBJETIVOS**

Neste trabalho é apresentado o sistema VLC e suas características. Os objetivos específicos incluem: Enviar dados entre dois pontos através do ar utilizando a variação da intensidade da luz. Realizar o processamento do sinal e decodificação dos dados recebidos para poderem ser interpretados pelo usuário.

São feitas comparações com a comunicação por radiofrequência, diferentes tipos de LEDs e outras variáveis envolvidas neste tipo de comunicação.

### **3 O QUE É O LI-FI?**

Cada vez mais o número de pessoas com smartphone, tablet ou laptop e que está conectado a toda hora e em qualquer lugar tem aumentado e por isso às conexões públicas tem se tornado cada vez mais lentas e instáveis. A quantidade de bytes de informação enviados e recebidos por aparelhos móveis está dobrando a cada ano e a capacidade de banda da radiofrequência em breve não será suficiente para suprir a demanda. Em busca novas soluções para a transmissão de dados sem fio, um novo projeto vem sendo aprimorado, o chamado: Visible Light Communication ou Li-Fi que permite transmitir informações usando lâmpadas LED modificadas, que conseguiriam atingir velocidades de até 1 Gbps.

#### **3.1 COMO FUNCIONA O VLC?**

O funcionamento de uma lâmpada é bastante similar ao de um byte. Se o LED está aceso, ele transmite o “1”, mas se está desligado, transmite um “0”. Ao ser ligada e desligada muito rapidamente a lâmpada pode transmitir informações. É como enviar sinais em código Morse com uma tocha, mas em uma velocidade muito maior e usando um alfabeto que os computadores entendem.

#### **3.2 PORQUE AINDA NÃO FOI IMPLANTADO?**

Apesar de parecer bastante coerente e promissora, a tecnologia do VLC não pode resolver tudo. Pois a luz não consegue ultrapassar obstáculos. Assim, qualquer objeto que interfira em seu caminho irá fazer com que a transmissão de dados falhe. Além disso, a lâmpada seria capaz de enviar dados para um receptor, mas não conseguiria receber informações. Os desenvolvedores do projeto afirmam estar cientes das desvantagens dessa nova tecnologia, mas afirmam que esses problemas poderiam ser facilmente contornados pois o VLC não é uma tecnologia independente, e sim uma inovação a ser usada em conjunto com a rede Wi-Fi e 3G padrão.

#### 4 LI-FI VS WI-FI

A tecnologia Wi-Fi se faz bastante presente nos dias atuais, sendo a principal forma de acesso móvel à internet. Por operar na banda ISM, nas faixas de 2,4GHz e 5GHz, a tecnologia terá que enfrentar o futuro congestionamento dessa região do espectro eletromagnético, que resultará na elevada interferência e perda da taxa de transmissão.

Com o advento do Li-Fi, surgem novas possibilidades de aplicação e de se evitar essa competição por largura de banda, já que a tecnologia opera na região do espectro visível.

Na Figura 1, são comparados dois sistemas: um sistema típico de uma rede local sem fio utilizando Wi-Fi; e um exemplo de um sistema Li-Fi. No primeiro, um roteador Wi-Fi é conectado ao ponto de rede por um cabo ethernet e disponibiliza pela sua rede local sem fio o acesso à rede ao usuário. No segundo, utiliza-se um BPL (Broadband Over Power Line) para disponibilizar banda larga através da rede elétrica. A luz da lâmpada LED é então modulada de forma a transmitir o sinal ao receptor apropriado presente no computador do usuário.

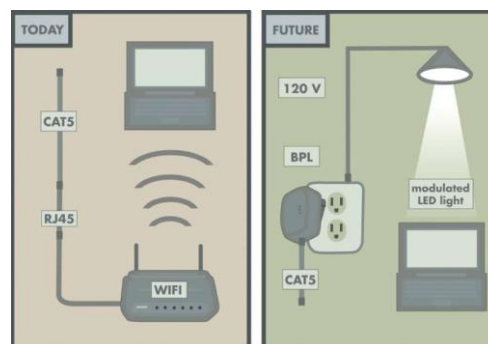


FIGURA 1 FONTE: JOHNSON, 2010.:

Como já foi explicado Li-Fi é a forma de transmissão de informações por meio das ondas da luz visível e não das ondas de rádio, tornando-a mais rápida e mais segura que o Wi-Fi, dessa forma seria muito mais vantajoso usar essa rede de compartilhamento de informação se não fosse pela dificuldade de sua implantação

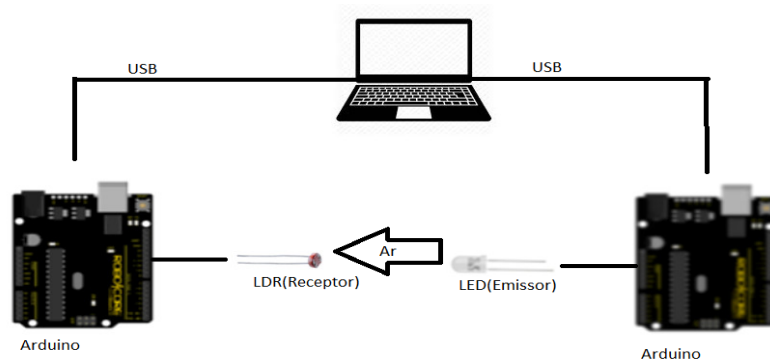


no mercado doméstico, fora de um ambiente controlado onde pode-se encontrar vários obstáculos para a comunicação perfeita e ideal.

Dados os motivos anteriormente citados é possível reparar que, comparar e confrontar às tecnologias de transmissão de informações por ondas de rádio e por ondas de luz visível é uma abordagem errônea, mais correto, seria, utilizar as duas ao mesmo tempo e dessa forma uma poderia compensar as falhas da outra.

## 5 PROJETO

O protótipo de sistema VLC proposto foi desenvolvido de forma a transmitir dados unidirecionalmente de um ponto a outro através do ar pela variação de intensidade luminosa. O esquema simplificado do sistema pode ser visto na Figura abaixo.



**FIGURA 2: CIRCUÍTO DE TRANSMISSÃO.**  
FONTE: HUGO SOARES

A mensagem é enviada e processada pelo microcontrolador Atmega328, presente na plataforma Arduino Black Board, similar ao Arduino Uno. O protótipo funciona em um ambiente indoor tendo o ar como canal para a comunicação. O microcontrolador emissor controla o estado do LED de acordo com os dados recebidos pelo computador, e o microcontrolador receptor capta a variação do estado do LED, através do LDR, transformando a variação em dados, assim os enviando para o computador.

Como o emissor e receptor funcionam:

### 5.1 EMISSOR

O código para o módulo emissor foi escrito na IDE do Arduino, que é baseado na linguagem C, e pode ser visto nos anexos. A figura ao lado resume o procedimento da transmissão.

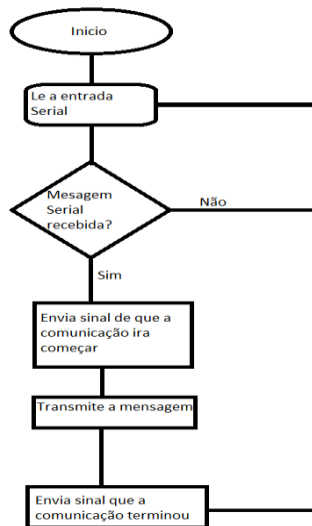


FIGURA 3: SIMPLIFICAÇÃO DO EMISSOR

Como o processador do Arduino não é tão poderoso, não podemos armazenar uma grande quantidade de variáveis. Por este motivo não podemos enviar pacotes de dados muito grandes de uma só vez.

## 5.2 RECEPTOR

Assim como no módulo emissor o código também foi desenvolvido na IDE do Arduino e utilizando o Atmega328. O sinal enviado pelo LED é recebido por um foto resistor (LDR) que transforma a iluminação do LED em corrente elétrica e a partir de cálculos definimos se o dado enviado é 0 ou 1. Os valores são armazenados e são enviados para o computador pela Serial. O esquema abaixo exemplifica o programa.



FIGURA 4: SIMPLIFICAÇÃO DO TRANSMISSOR

### 5.3 TIPO DE EMISSOR E RECEPTOR

LDR (do Inglês, Light-Dependent Resistor) é um resistor variável controlado a luz. A resistência de um fotoresistor diminui com o aumento da intensidade da luz; em outras palavras, ele exibe fotocondutividade. Um fotoresistor pode ser aplicado em circuitos detectores sensíveis a luz. Um LDR é feito de um semicondutor de alta resistência. No escuro, um LDR pode ter uma resistência tão alta quanto vários mega ohms (MΩ), enquanto na luz, um LDR pode ter uma resistência tão baixa quanto poucas centenas de ohms. Se a luz incidente no LDR ultrapassa uma certa frequência, fótons absorvidos pelo semicondutor dão energia os suficientes para elétrons pularem na banda de condução. OS elétrons livres resultantes conduzem eletricidade, e assim reduzindo a resistência.

Um diodo emissor de luz, ou LED (do Inglês Light-emitting-diode), é uma fonte de energia semicondutora. Também é um diodo semicondutor de junção PN que emite luz quando ativado. Quando uma voltagem é aplicada aos terminais, elétrons se recombinam com as lacunas dentro do dispositivo, liberando energia em forma de fótons. Este efeito é chamado de eletroluminescência, e a cor da luz (correspondente a energia dos fótons) é determinada pela energia de banda proibida do semicondutor. LEDs tipicamente são pequenas (menos de 1mm<sup>2</sup>) e componentes óticos podem ser usados para moldar o padrão de radiação.

LEDs possuem muitas vantagens sobre fontes de luz incandescentes, incluindo uma menor taxa de consumo de energia, duração maior, tamanho reduzido, robustez física melhorada e ativação mais rápida.

Diferente de um laser, a cor emitida de um LED não nem coerente nem monocromática, mas o espectro é limitado em relação a visão humana, então a luz emitida por um LED é pode ser considerada funcionalmente monocromática.

## 6 RESULTADOS

Dificuldades foram encontradas durante o processo, desde a programação até a escolha dos materiais para a realização do projeto.

Tivemos problemas com o sensor de luminosidade, com os valores que seriam inseridos para a leitura e a intensidade em que o LED deveria acender.

Acertamos no quisto ideia de como iniciar o processo de programar, pois o projeto é bem complexo e envolve várias variáveis. Embora tenha ocorrido vários erros de programação fomos consertando ao longo do projeto. As modificações foram desde o acréscimo de variáveis até a utilização de outras bibliotecas.

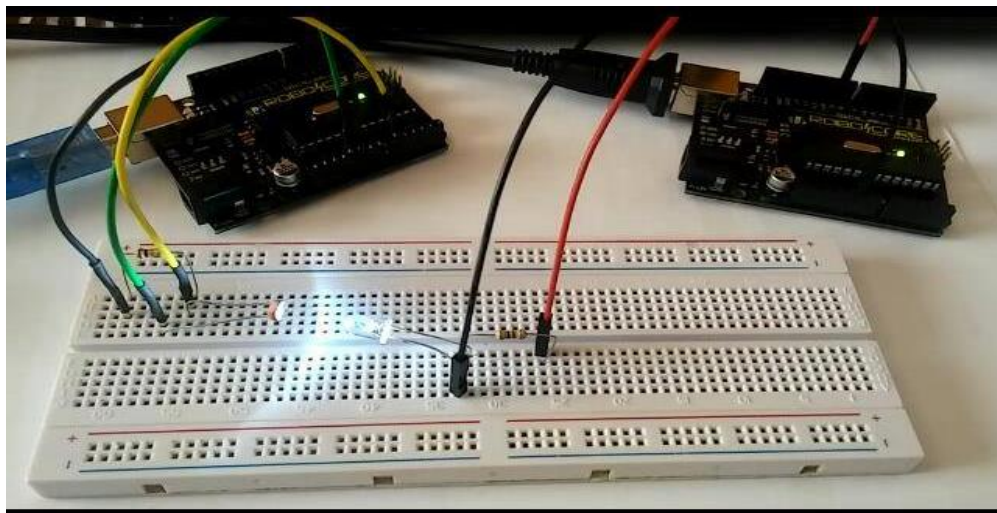


FIGURA 5:RESULTADO FINAL

### 6.1 MATERIAIS USADOS

- Sensor de Luminosidade LDR 5mm
- Placas Arduino
- Led
- Resistor 10 k
- Jumpers

## **7 CONCLUSÃO**

Foi apresentado neste trabalho o conceito de Li-Fi, agregando as informações sobre o funcionamento deste sistema descrevendo as vantagens e desvantagens, até ao seu desenvolvimento.

O protótipo evidenciou que é possível transmitir dados usando a luz como meio de comunicação. Embora tenhamos utilizado a plataforma Arduino que não tem um processador tão poderoso conseguimos ver que é possível utilizar o Arduino com hardware para o Li-Fi.

## REFERÊNCIAS

INTERNET. Disponível em <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Internet>>. Acesso em: 7 maio . 2017

COMUNICAÇÃO UMA NECESSIDADE HUMANA. Disponível em <<http://www.catho.com.br/carreira-sucesso/colunistas/marcos-gross/comunicacao-uma-necessidade-humana>>. Acesso em: 10 junho. 2017

COMUNICAÇÃO POR LUZ VISÍVEL – Maira Leite Conceição. Disponível em <[http://bdm.unb.br/bitstream/10483/15149/1/2015\\_MairaLeiteConceicao.pdf](http://bdm.unb.br/bitstream/10483/15149/1/2015_MairaLeiteConceicao.pdf)> Acesso em 30 de maio 2017

ARTHUR ANTUNES BRAGA BEDO. Projeto e Construção de Protótipo de Sistema de Comunicação por Luz Visível (VLC)