



## **SEMÁFORO INTELIGENTE PARA DEFICIENTES VISUAIS TECNOLOGIA ASSISTIVA EM PROL DA INCLUSÃO SOCIAL**

**Wander Jesus**<sup>1</sup>– [wander.pjesus@gmail.com](mailto:wander.pjesus@gmail.com)

**Carol Gibson**<sup>1</sup>-[carolgibson\\_@hotmail.com](mailto:carolgibson_@hotmail.com)

**Isabelle Langkammer**<sup>1</sup>-[isabellelangkammer@gmail.com](mailto:isabellelangkammer@gmail.com)

**Evandro Junio**<sup>1</sup>-[evandrojgl@gmail.com](mailto:evandrojgl@gmail.com)

**Daniel Nascimento**<sup>1</sup>-[danielnascimento.costa@gmail.com](mailto:danielnascimento.costa@gmail.com)

**Pietro Lelis**<sup>1</sup>-[pietrolelis@gmail.com](mailto:pietrolelis@gmail.com)

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC-Minas

Av. Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico.

30535-610 – Belo Horizonte – Minas Gerais.

**Thelma Virgínia Rodrigues**<sup>2</sup>-[thelma@pucminas.br](mailto:thelma@pucminas.br)

***Resumo:** O trabalho apresentado nesse artigo consiste na projeção e montagem de um semáforo inteligente para deficientes visuais. Ele foi desenvolvido e projetado por alunos do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicação da Universidade PUC Minas. O projeto foi baseado em Tecnologia Assistiva e teve como principal objetivo facilitar a mobilidade de deficientes visuais dentro do ambiente urbano exercendo desta forma o papel de inclusão social desse grupo específico de pessoas. Para o funcionamento do sistema semafórico inteligente foram utilizadas as plataformas eletrônicas Arduino que foram responsáveis pelo controle e automação do protótipo.*

***Palavras-chave:** Deficientes Visuais, Arduino, Tecnologia Assistiva, Microcontrolador.*

### **1- INTRODUÇÃO**

Com os avanços tecnológicos vivenciados nos dias atuais, a engenharia tem sido de grande importância para o desenvolvimento e o progresso da humanidade. As tecnologias médicas e de comunicações, por exemplo, contribuíram bastante para esse progresso. Procedimentos que antes eram muito invasivos para pacientes hoje são feitos com auxílio de máquinas de última geração, diminuindo os riscos e complicações que uma cirurgia convencional pode levar. O processo de globalização também se viabilizou de modo rápido e mais seguro graças aos avanços nos setores de comunicações.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicação da PUC MINAS

<sup>2</sup> Professora e Membro do colegiado do Curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicação DA PUCMINAS



Os avanços industriais principalmente nas áreas da Engenharia Eletrônica têm contribuído muito para facilitar a vida do ser humano oferecendo-lhe mais conforto e comodidade. As cadeiras de rodas são exemplos disso. Pessoas com pouca ou nenhuma mobilidade nos membros inferiores geralmente são usuárias dessas cadeiras. Diferente de há alguns anos, hoje em dia esses equipamentos são construídos para funcionarem com o acionamento de comandos eletrônicos e se deslocarem por motores acoplados aos eixos de suas rodas. No Brasil, a Tecnologia Assistiva vem se empenhando para ampliar e melhorar ferramentas e equipamentos no intuito de suprir a demanda de pessoas que são portadoras de algum tipo de deficiência seja ela física auditiva ou visual.

Apesar dos avanços tecnológicos em diversas ramificações industriais, pouco se ouve falar sobre Tecnologia Assistiva. A Tecnologia Assistiva de acordo com o Comitê de Ajudas Técnicas – CAT, instituído no âmbito da Secretaria dos Direitos Humanos – SDH, da Presidência da República, adota como conceito, os produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social.

Diante do exposto, alunos da PUCMINAS, do curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicação, comprometidos com o uso da engenharia em prol de um mundo melhor para todos, decidiram projetar e montar um semáforo inteligente para deficientes visuais.

## **2- DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

Em estudos feitos pelo grupo para conhecer a real necessidade da projeção e montagem do protótipo constatamos que na cidade de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, o único sistema semaforico existente para deficientes visuais estava inoperante. Segundo informações que foram obtidas com o estudo, o semáforo encontra se próximo da região onde está localizado o instituto São Rafael (Escola para deficientes visuais). A falta do equipamento prejudica o fluxo de pessoas que dependem do serviço para chegarem com segurança e autonomia no instituto. Diante desta realidade, foi notória a necessidade de construirmos um protótipo com intenção de que em futuro próximo possamos suprir a carência desse serviço em nossa cidade.

Após informações sobre a necessidade de projetar o semáforo, buscamos dados sobre procedimentos e regulamentações para sua montagem. Segundo A NBR 9050:2004, da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), o acionamento de semáforos deve se situar-se à altura de 0,80 m e 1,20 m do piso, devem emitir um alarme sonoro entre 50 dBA e 60 dBA intermitente e não estridente. Por ser um protótipo, este não foi construído de acordo com as dimensões do padrão, mas o uso do sinal sonoro intermitente foi implementado para orientação de pessoas com deficiência visual.

O semáforo inteligente para deficientes visuais foi projetado e montado com uma tecnologia simples e de fácil operação.



Para seu funcionamento o usuário deverá apertar um dispositivo portátil sem fio para que o semáforo emita um alarme sonoro e o dispositivo execute arquivos de áudio para orientar os deficientes visuais. Uma boa alternativa para a orientação desses usuários será o uso do GPS (Global Positioning System) para informar a localização do semáforo e os aplicativos para smartphones informarem o status de seu funcionamento. É válido informar que o uso dessa tecnologia não foi inserido dentro do projeto, mas será alvo de estudos para possíveis adaptações do sistema semafórico.

### **3- ENGENHARIA E TECNOLOGIA ASSISTIVA**

Segundo IBGE, censo de 2010, cerca de 20% da população brasileira possui algum tipo de deficiência. O registro aponta que ao todo, o país conta com 45,6 milhões de pessoas com deficiência, seja motora, visual, auditiva ou mental. Diante disto é claro perceber que há uma necessidade muito grande de profissionais para trabalhar em prol da acessibilidade no país.

Num sentido amplo percebemos que a evolução tecnológica e as engenharias caminham na direção de tornar a vida mais fácil. Em nosso cotidiano temos costumes de utilizar ferramentas e dispositivos construídos com o intuito de facilitar as tarefas que executamos ao longo do dia. Na maioria das empresas, por exemplo, as planilhas eletrônicas são feitas para serem usadas em substituição às ferramentas tradicionais como caneta, régua, calculadora e papel. Desta mesma forma, equipamentos especiais são projetados com intuito de facilitar e melhorar a vida de pessoas que portam algum tipo de deficiência.

Para execução do projeto apresentado, adquirir conhecimento sobre Tecnologia Assistiva e suas áreas de atuação foi de grande importância já que o semáforo inteligente é considerado uma ferramenta que facilita o acesso e a mobilidade de deficientes visuais no ambiente urbano. Dentro deste âmbito fica notório o papel de inclusão social desse grupo de pessoas com o projeto apresentado nesse artigo.

### **4- FUNCIONAMENTO DO SÉMAFORO INTELIGENTE**

O controle e a automação do semáforo são realizados pelo arduino UNO, plataforma eletrônica projetada com um microcontrolador Atmel AVR, unidade de processamento aritmético, memória ROM e RAM, 14 pinos digitais de entrada/saída (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM- Modulação por Largura de Pulso), 6 entradas analógicas, um oscilador de 16 MHz, uma conexão USB, um botão de reset e fonte com tensões de 5V e 3,3V. O ambiente de programação do Arduino é um compilador GCC (C e C++) que usa uma interface gráfica construída em JAVA. O Arduino possui software, bibliotecas e hardware open source facilitando dessa forma o acesso a uma grande quantidade dessas ferramentas.

A figura 1 exibe o Arduino UNO.

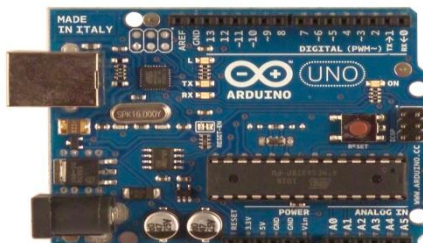


Figura 1(Plataforma eletrônica-Arduino UNO)  
Fonte: Site oficial <http://arduino.cc/>

No semáforo foram utilizados dois arduinos UNO, um localizado no dispositivo portátil que fica de posse do usuário e o outro localizado no semáforo. Ambos dispositivos foram montados com transceptores de rádio frequência para comunicação sem fio entre eles. Ao pressionar um botão localizado no dispositivo portátil, um sinal de rádio frequência é emitido para o semáforo pelo módulo transceptor solicitando o status de seu funcionamento. Ao receber esse sinal, o protótipo também com um módulo transceptor envia um sinal para o arduino executar comando de funcionamento do buzzer (emissão de som), e para o módulo MP3 executar os arquivos de áudio. Os comandos de áudio para orientação do deficiente visual são executados de acordo com o status de funcionamento do semáforo, estes são:

- 1) “Sinal aberto- Não atravesse.”
- 2) “Sinal fechado- Pode atravessar.”
- 3) “Cruzamento entre a Rua Dom José Gaspar e a Rua Coração Eucarístico de Jesus”
- 4) “Tempo em segundos”.

Nos itens 1 e 2 “sinal aberto-Não atravesse” e “sinal fechado-Pode atravessar” são referências para o carro. Desta forma o deficiente visual atravessará ou não de acordo com o comando. No item 3 ao manter o botão pressionado por mais de 1 segundo e soltá-lo a mensagem informará ao deficiente qual a localização do semáforo. No caso do protótipo a título de demonstração foi colocado o endereço do local onde o projeto foi apresentado. No item 4 o tempo do contador também é informado ao usuário.

Em entrevistas realizadas com alguns deficientes visuais, tivemos conhecimento que somente o sinal sonoro emitido seria um grande avanço na construção do semáforo. Alguns entrevistados relataram que os fones de ouvido não seriam ideias para o uso constante, já que deficientes visuais geralmente se orientam pelo som. Desta forma para aplicabilidade do projeto em um ambiente urbano, o uso dos fones de ouvido seria dispensado. Com isso, o custo de fabricação se reduziria significativamente o que ajudaria e muito em sua implementação.

A figura 2 exibe o semáforo e a figura 3 exibe o dispositivo portátil com o botão e os fones de ouvido.



Figura 2(Semáforo- Estrutura Metálica)  
 Placa com Led's de 3mm  
 Fonte: Autores do Projeto

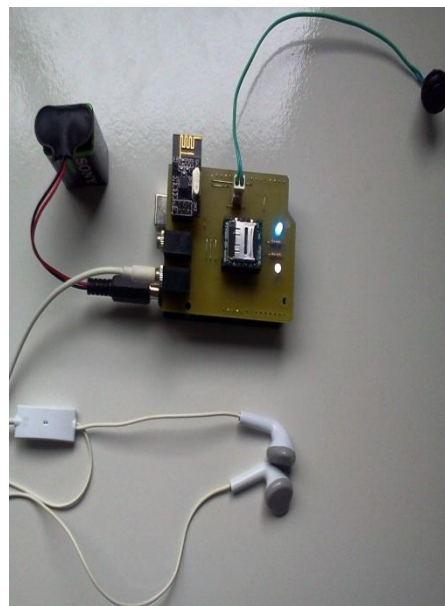


Figura 3(Dispositivo Portátil)  
 Comando de voz executado pelo Módulo MP3  
 Fonte: Autores do Projeto

A figura 3 exibe o diagrama em blocos de ligações do semáforo e do dispositivo portátil.

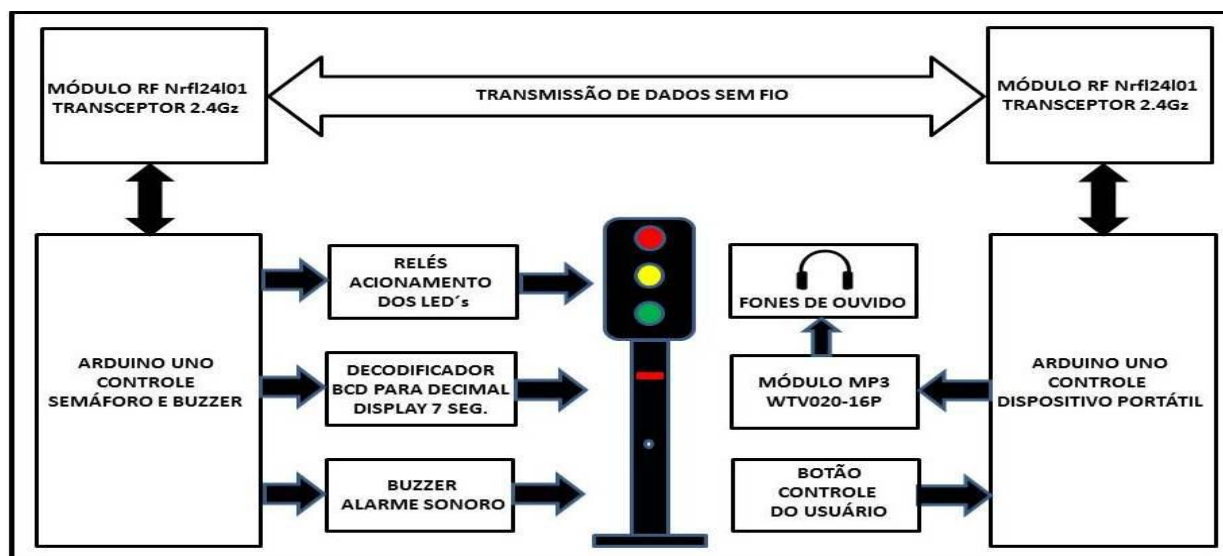


Figura 3(Diagrama em Blocos do semáforo e dispositivo portátil)  
 Fonte: Autores do Projeto

A figura 3.1 e 3.2 exibem respectivamente o esquemático elétrico do dispositivo portátil e do semáforo.

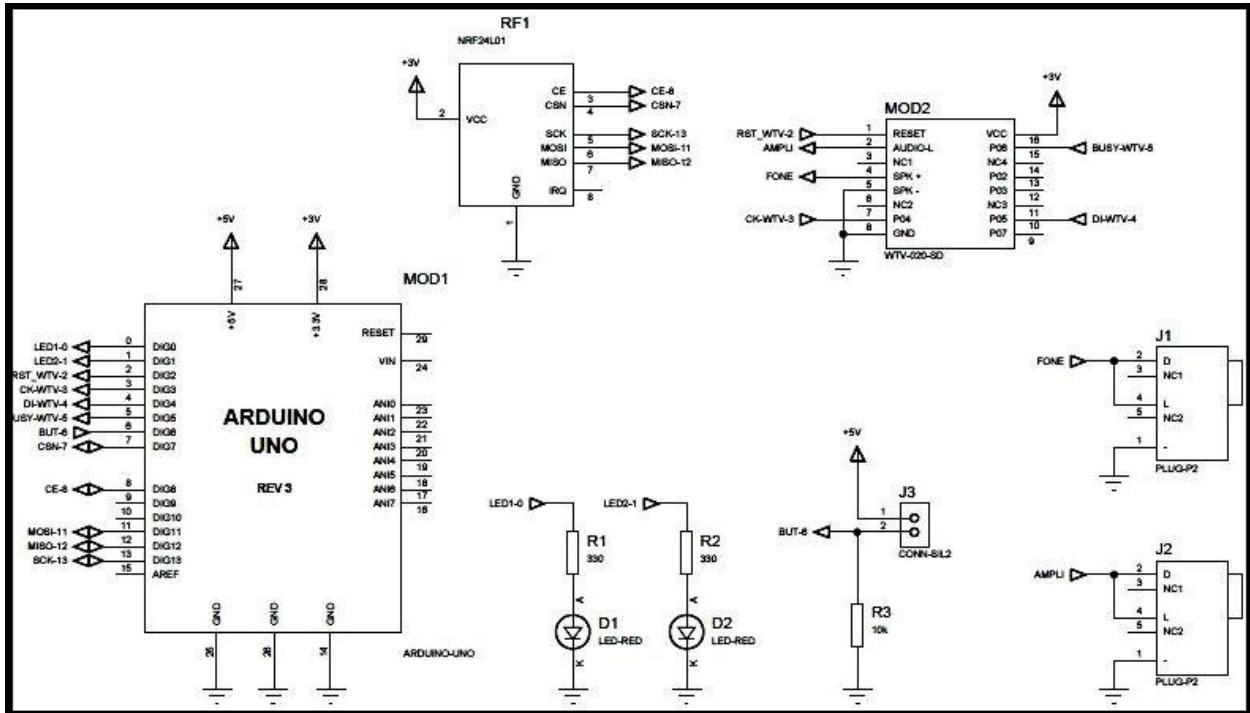


Figura 3.1 ( Esquemático dispositivo portátil)

Fonte: Autores do Projeto

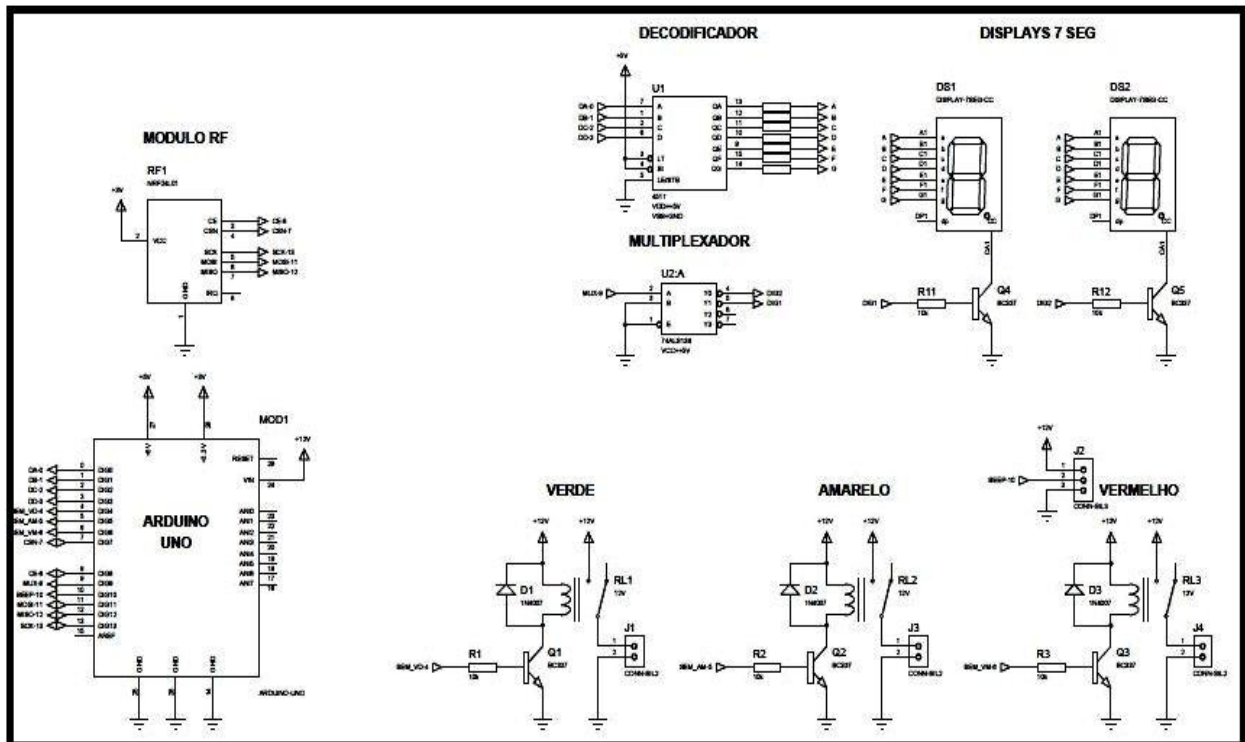


Figura 3.2 (Esquemático do semáforo)

Fonte: Autores do Projeto

## 5- MÓDULOS ELETRÔNICOS DO SEMÁFORO INTELIGENTE

Já foi mencionado anteriormente que o funcionamento eletrônico do semáforo é executado pelo arduino. As placas eletrônicas que controlam o semáforo e o dispositivo portátil foram desenhadas em software CAD e confeccionadas em uma máquina prototipadora. Para otimizar a montagem dessas placas, elas foram confeccionadas em forma de Shields (do Inglês Escudos), que são placas que se acoplam ao barramento de ligações do arduino. Com isso o uso de muitos fios e jumpers foram dispensados, o que garantiu o funcionamento com maior confiabilidade e menor número de falhas no processo de montagem.

A figura 4 exibe o layout para confecção da placa eletrônica do dispositivo portátil. Nessa placa foram montados o módulo MP3 WTV020-16P, o módulo nRF24L01 transceptor de rádiofrequência, dois LED's indicadores de funcionamento do dispositivo e conectores de saída de áudio.

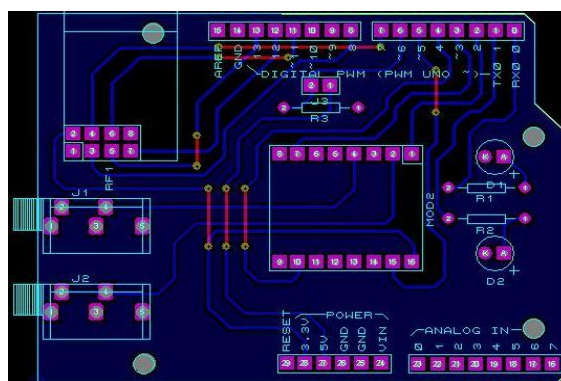


Figura 4 (LayOut Placa Eletrônica-Dispositivo Portátil)

Fonte: Autores do Projeto

A figura 5 exibe o layout para confecção da placa eletrônica do semáforo. Nessa placa foram montados o módulo nRF24L01 transceptor de rádiofrequência, 3 relés para acionar os LED's do semáforo e transistores.

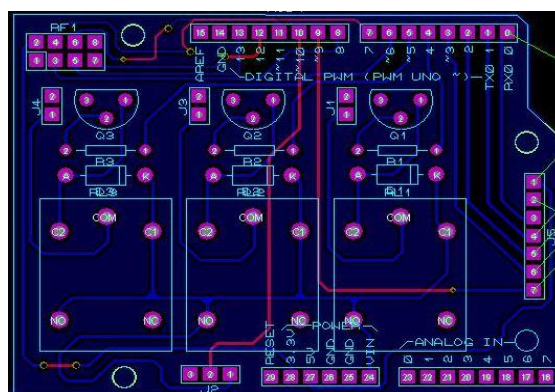


Figura 5(LayOut Placa Eletrônica- Acionamento LED's do Semáforo)

Fonte: Autores de Projeto

A figura 6 exibe o layout para confecção da placa eletrônica do contador. Nessa placa foram montados o CI (circuito integrado) decodificador BCD para decimal, o CI multiplexador e os dois displays de sete segmentos com cátodo comum.

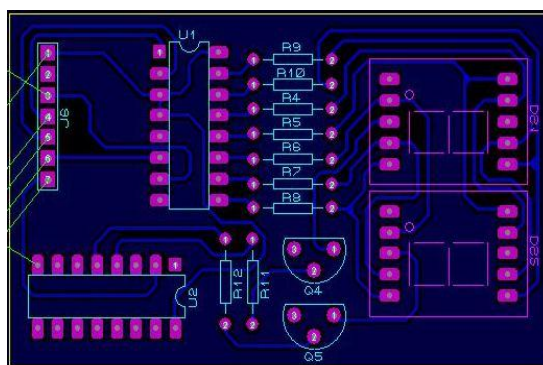


Figura 6 (LayOut Placa Eletrônica- Acionamento do Contador)

Fonte: Autores do Projeto

O semáforo tem como opcional o comando de voz através de fones de ouvido. No projeto, o módulo MP3 WTV020-16P foi usado para executar os arquivos de áudio. Como o módulo executa somente arquivos de extensão AD4, foi necessária a conversão de arquivos MP3 para esse tipo. É válido lembrar que o comando por voz é item opcional a título de demonstração, pois o padrão da ABNT já mencionado exige que o comando seja feito por sinal sonoro. A informação sonora dada ao usuário é feita por um buzzer (dispositivo eletrônico que emite sinal sonoro) que funciona com duas frequências diferentes. Frequência de 2 Hz para sinal fechado e frequência de 1 Hz para sinal aberto.

O semáforo possui também dois displays de sete segmentos usados para temporizar o seu funcionamento. O CI 4511 é usado para decodificar a contagem BCD (Binary Coded Decimal) para decimal, e o CI 74ALS139 é usado para multiplexação do sinal enviado aos displays. Desta forma é possível a visualização da contagem em dois dígitos.

Para que seja estabelecida comunicação entre o semáforo e o dispositivo portátil, foram usados dois módulos transceptores de rádio frequência. O nRF24L01 opera na banda de frequência de 2.4GHz e funciona com uma SPI (Interface Periférica Serial), que é um protocolo de comunicação de microcontroladores com diversos periféricos, formando entre si uma rede. Os dados trocados entre eles são direcionadas ao arduino que executa as informações de acordo com as instruções programadas na unidade central de processamento (CPU) da plataforma eletrônica.





## 6- CONCLUSÃO

O semáforo inteligente para deficientes visuais foi construído na intenção de viabilizar a mobilidade autônoma dessas pessoas no ambiente urbano. Adaptações no sistema semafórico requererá estudos mais aprofundados, até mesmo para viabilizar o seu uso e implementação nos meios urbanos. Será necessário também a adaptação de semáforos já existentes e a redução de custos de componentes e dispositivos para sua fabricação em grande escala. O papel das engenharias no avanço da Tecnologia Assistiva é trabalhar para que a execução de projetos como o apresentado nesse artigo, deixem de ser simples protótipos e passem a ser acessíveis e de utilidade a quem realmente precise.



## 7- REFERÊNCIAS

**Site Portal Nacional de Tecnologia Assistiva**

<http://www.assistiva.org.br/>

**Site do IBGE**

<http://www.ibge.gov.br/home/>

**Site Arduino**

<http://arduino.cc/>

**Site ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)**

<http://www.abntcatalogo.com.br/>