

CONSTRUÇÃO DE UMA BENGALA ELETRÔNICA PARA DEFICIENTE VISUAL

Alexandre Renato Almeida¹
Jhones Clay dos Santos²
Marlon Hugo Rodrigues³
Ricardo Bernardes de Mello⁴

RESUMO

O tema abordado neste projeto consiste na construção de uma bengala eletrônica para auxiliar deficientes visuais em sua locomoção, através de diversas pesquisas realizadas, notou-se que o crescente número de pessoas, portadoras de tal deficiência em nosso país é cada vez maior e com isso, maiores são as dificuldades que estes enfrentam no seu dia-a-dia. Sendo assim, com o intuito de auxiliá-los em sua locomoção, o protótipo a ser desenvolvido consiste em acoplar sensores de obstáculos e motores de vibração a uma bengala, utilizando-se meios de tecnologia de *hardware e software* livre que proporcione um custo mais acessível para estas pessoas.

Palavras-chave: Protótipo de Bengala Eletrônica. Locomoção. Deficiente Visual.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o último Censo demográfico do ano de 2010, citado pela Câmara dos Deputados, o Brasil possui cerca de 45,6 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, sendo que deste número 78,5% ou 35,8 milhões tem dificuldade permanente para enxergar. A deficiência visual, portanto é a deficiência de maior incidência no país até aquele período. (BRASÍLIA DF, 2013, p.13).

Mesmo com esse notável número de pessoas portadoras de deficiência visual, ainda há inúmeras barreiras e desafios a serem superados em nosso país. Entre estas barreiras e desafios

¹ Alexandre Renato Almeida, aluno do Curso de Ciência da Computação do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS-MG. E-mail: ara-be@hotmail.com.

² Jhones Clay dos Santos, aluno do Curso de Ciência da Computação do Centro Universitário do Sul de Minas UNIS-MG. E-mail: jhonesclay@gmail.com.

³ Marlon Hugo Rodrigues, professor orientador cursou Ciência da Computação. Possui especializações em: Desenvolvimento Web e Desktop, Montagem e manutenção de redes e computadores. E-mail: marlon.hugo@unis.edu.br.

⁴ Ricardo Bernardes de Mello, professor cursou Ciência da Computação, especialista em banco de dados, mestrando Sistemas de Produção na Agropecuária. E-mail: mello@unis.edu.br.

estão os problemas de estruturação e adaptação da sociedade para que atenda e facilite a vida dessas pessoas. Há também os problemas ligados ao fator de convívio social como: discriminação, desemprego, saúde, falta de acesso a uma educação especializada, transporte especial, locomoção e etc.

É considerada portadora de deficiência visual a pessoa que apresenta capacidade mínima de percepção igual ou inferior a 20/200 no melhor olho após uso de métodos corretivos ou também a pessoa que apresentar campo visual inferior a 20° na tabela de Snellern. (BRASÍLIA DF, 2013, p.13).

Dentre algumas dificuldades citadas, a locomoção é a que mais causa impacto no dia a dia de um deficiente visual, ou seja, ao andar pela casa, ir para escola, ao realizar uma atividade considerada comum exige muito de seu esforço e em alguns casos fere o seu direito de acessibilidade, assegurado pelo Decreto-lei 5.296 de 2 de dezembro de 2004. Decreto este que tem por objetivo assegurar os direitos de ir e vir e também de definir o dever e as obrigações do estado e da sociedade em dar amparo e suporte a todas as pessoas com deficiência no país.

Uma ideia para solucionar esse problema é a criação de ferramentas e dispositivos que possibilitam ao deficiente fazer algumas tarefas do seu dia a dia de forma independente. Embora já existam estes dispositivos no mercado, muitos ainda apresentam um alto grau de imprecisão e o custo muito elevado.

Com base nesse problema o presente trabalho tem como objetivo criar o protótipo de uma Bengala Eletrônica que fará uso de tecnologias *Open-Source*⁵ com o objetivo de reduzir o seu custo e proporcionar um grau de confiança em seu uso que permita ao usuário uma melhor qualidade de acesso.

Este artigo será construído através do uso de referencial teórico e pesquisa-ação, que com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 1986, p.14).

⁵ *Open-source* é um *Software* de código que pode ser utilizado livremente, modificado e compartilhado por qualquer pessoa

2 DEFICIÊNCIA VISUAL

De acordo com o Decreto 3.298, de 20/12/1999 (BRASÍLIA - DF, 2013, p.11),

"pessoa portadora de deficiência é aquela que apresenta, em caráter permanente, perda ou anormalidade de uma estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica que gere incapacidade para o desempenho de atividade, dentro do padrão considerado normal para o ser humano."

Segundo o Guia Legal. 3ª ed (BRASÍLIA - DF, 2013, p.13) é considerada portadora de deficiência visual a pessoa que apresente capacidade mínima de percepção igual ou inferior a 20/200 no melhor olho após uso de métodos corretivos ou também a pessoa que apresentar campo visual inferior a 20º na tabela de Snellem.

De acordo com o senso demográfico do ano de 2010 citado no Guia Legal. 3ª.ed (BRASÍLIA - DF, 2013, p.13) o Brasil possuía naquele ano cerca de 45,6 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, sendo que desse número 78,5% ou 35,8 milhões de pessoas tem dificuldade permanente para enxergar. O que faz da deficiência visual a deficiência de maior incidência no país segundo as pesquisas do senso em 2010.

Segundo o Guia Legal. 3ª.ed (BRASÍLIA - DF, 2013, p.55),

"a acessibilidade, definida pela Lei 10.098, de 19/12/2000, como a possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida (art 2º, I), é uma importante garantia de que os cidadãos nessa condição possam exercer o seu direito de ir e vir e viver normalmente em sociedade. A fim de promover a acessibilidade, a Lei 10.098/2000 determina a eliminação de barreiras e obstáculos que, seja nas vias e espaços públicos, seja nas edificações, seja nos meios de transporte e de comunicação, limitem o acesso, a liberdade de movimento e a circulação com segurança das pessoas."

2.1 Tecnologias Assistiva

Segundo (BERSCH & TONOLLI, 2006),

"a Tecnologia Assistiva - TA é utilizada para identificar e utilizar todos os recursos e serviços que possibilitam e contribuem para uma maior acessibilidade às pessoas com deficiências e com isso ampliando dessa forma suas habilidades e promovendo sua inclusão a sociedade."

De acordo com (BERSCH & TONOLLI, 2006),

"o termo Assistive Technology, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva, foi criado em 1988 como importante elemento jurídico dentro da legislação norte-americana

conhecida como Public Law 100-407, que compõe, com outras leis, o ADA - American with Disabilities Act. Este conjunto de leis regula os direitos dos cidadãos com deficiência nos EUA, além de prover a base legal dos fundos públicos para compra dos recursos que estes necessitam.

Nele, a Tecnologia Assistiva se compõe de Recursos e Serviços. Os Recursos são todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob-medida utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência. Os Serviços, são definidos como aqueles que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar ou usar os recursos acima definidos.

Recursos.

Podem variar de uma simples bengala a um complexo sistema computadorizado. Estão incluídos brinquedos e roupas adaptadas, computadores, softwares e hardwares especiais, que contemplam questões de acessibilidade, dispositivos para adequação da postura sentada, recursos para mobilidade manual e elétrica, equipamentos de comunicação alternativa, chaves e acionadores especiais, aparelhos de escuta assistida, auxílios visuais, materiais protéticos e milhares de outros itens confeccionados ou disponíveis comercialmente.

Serviços.

São aqueles prestados profissionalmente à pessoa com deficiência visando selecionar, obter ou usar um instrumento de tecnologia assistiva. Como exemplo, podemos citar avaliações, experimentação e treinamento de novos equipamentos."

2.2 Microcontrolador

Com os avanços da tecnologia surgiu a necessidade de se criar um *hardware*⁶ que possuísse um alto poder de controle, com um menor custo benefício e que atendesse perfeitamente as necessidades de quem o utilizasse. Este *hardware* é o Micro controlador que segundo Chase (2007, p. 6)

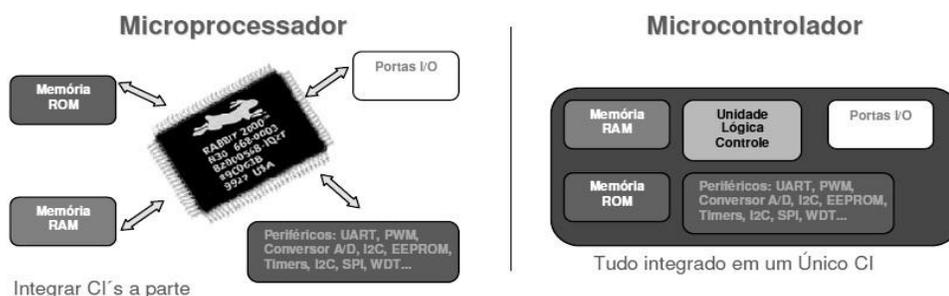
"os Microcontroladores englobam em um único chip: interfaces de entrada/saída digitais e analógicas, periféricos importantes como a memória RAM⁷ memória FLASH⁸, interfaces de comunicação serial, conversores analógico-digitais e temporizadores/contadores."

⁶*Hardware* basicamente utilizado por computadores e elementos eletrônicos. Qualquer equipamento físico como chaves, fechaduras, correntes e peças do próprio computador.

⁷RAM (*Random Access Memory*), que permite ao processador tanto a leitura quanto a gravação de dados é do tipo volátil pois perde informação quando não há alimentação elétrica.

⁸FLASH é um tipo de memória com características muito semelhantes à memória RAM, apenas com o diferencial crucial de ser não volátil, não perde informação quando não há alimentação elétrica.

Figura 1: Diferenças entre Microprocessador e Microcontrolador – N° de circuitos



Fonte: CHASE(2007)

As aplicações destes dispositivos são as mais variadas, sendo utilizadas, por exemplo, em máquinas de lavar, televisores, controles remotos, microondas, entretenimento, segurança, etc., acompanhando esses Microcontroladores estão *software*⁹ instalados nos mesmos, executando tarefas que foram pré-programadas em linguagens de programação. As combinações entre esses dois fatores denominam-se os Sistemas Embarcados (NASCIMENTO, 2009).

Ainda segundo Marinho & Marinho (2001, p.1)

"os Microcontroladores podem não só ser usados em empresas de médio/grande porte, como podem também ser utilizados em vários projetos de eletrônica, na substituição de vários componentes digitais, obtendo-se assim no final do projeto um melhor acabamento pois um Microcontrolador ocuparia um menor espaço físico e uma maior eficiência e praticidade, uma vez que todos os comandos seriam executados via *software*."

Os Microcontroladores possuem diversas vantagens, pois eles são os responsáveis por executar e armazenar os programas escritos para eles, possuem a capacidade de gerenciar soluções mais complexas e maior velocidade de processamento, também possui a capacidade de obter mais funções com incremento de novos periféricos como por exemplo, a comunicação USB, entre outros tipos de periféricos, atualmente os Microcontroladores são de 8 bits. (NASCIMENTO, 2009).

⁹Software é o conjunto de informações processadas pelo sistema interno de um computador cuja função é fornecer instruções para o *hardware*.

Segundo Matic (2003, apud NASCIMENTO, 2009),

"os componentes da memória são basicamente a mesma coisa. Dois conceitos básicos são apresentados: endereçamento e memória. A memória é o conjunto de todos os locais de armazenamento de registros e endereçamento é a busca ou armazenamento de um registro gravado em um endereço de memória específico."

A comunicação em Microcontroladores ocorre de forma serial, que segundo Matic (2003, p.39 apud NASCIMENTO, 2009) "eles trabalham apenas com três linhas onde uma é usada para enviar dados, outra para receber esses dados e a terceira é usada como referência tanto do lado da entrada dos dados como na saída dos dados. "

2.3 Sistemas Embarcados

Os sistemas embarcados estão presentes nos mais variados setores, e em diferentes tipos de seguimentos, este é o *software* que opera com os Microcontroladores, eles estão presentes nas áreas industriais, nos setores automobilísticos, nas grandes, médias e pequenas empresas, na medicina, e em nossas residências. (NASCIMENTO, 2009).

Não existe uma definição universal para o termo "Sistema Embarcado", a mais comum é quando um sistema está dedicado a uma única tarefa e interage continuamente com o ambiente a sua volta por meio de sensores e atuadores, o telefone celular é um exemplo de sistema embarcado que sofre vários *upgrades*¹⁰ e que já possui funções como máquina fotográfica e agenda telefônica, estes sistemas são projetados geralmente para serem independentes de uma fonte de energia fixa como uma tomada ou gerador e ainda são embutidos tornando-se abstratamente invisíveis. Todo sistema embarcado é composto por uma unidade de processamento, que é um circuito integrado, fixado a uma placa de circuito impresso. Possuem uma capacidade de processamento de informações vinda de um *software* que está sendo processado internamente nessa unidade, logo o *software* está embarcado na unidade de processamento. *Software* embarcado, dependendo do *clock*¹¹ do Microcontrolador, é em muitos

¹⁰ *Upgrades* é uma atualização em computação, para uma versão mais recente de um determinado produto.

¹¹ *Clock* nada mais é do que a frequência com que o processador consegue executar as tarefas. Ou seja, quanto maior a frequência (o clock), menor será o tempo de execução e, portanto, mais rápido será o processador.

¹² *Firmware* são um conjunto de instruções operacionais que são programadas diretamente no hardware de equipamentos eletrônicos.

casos classificados de *firmware*¹² (CHASE, 2007).

Segundo Nascimento (2009, p.24),

"os Sistemas Embarcados possuem forte acoplamento entre *hardware* e *software*. Isso significa que os *softwares* embarcados dependem muito de *hardware* para executem tudo que lhe é proposto com qualidade e robustez. Múltiplos processos são executados simultaneamente, sendo que a CPU atende cada processo por um pequeno tempo, um a um em sequência."

Figura 2: Lógica de funcionamento de um Sistema Embarcado



Fonte: CHASE(2007)

Para Ceolin (2007, apud NASCIMENTO, p.22), "uma característica marcante em um sistema embarcado é sua interação constante com o meio a sua volta, seja de forma automática ou por meio de interfaces".

Essas interações se dão pelo fato de que são necessários tipo variados de sensores dependendo do que se quer controlar ou desenvolver, existem diferentes tipos de sensores cada um com uma característica única e específica por exemplo, sensores de temperatura, de presença, de medição do PH da água, de profundidade, de aproximação, e etc., cada um executando uma tarefa diferente. (NASCIMENTO, 2009).

Estas interações podem ocorrer também por meio de Sistemas de Tempo Real, que segundo Taurion (2005 apud NASCIMENTO, 2009, p.25) os Sistemas Embarcados de Tempo Real são chamados de "Tempo Real", porque são projetados para tarefas de controle dependentes do tempo, devendo operar sobre restritas condições de desempenho [...]. Nestes sistemas os resultados não apenas devem estar corretos, mas também dever ser gerados no momento correto.

2.4 Arduino

O Arduino é um projeto *Open-source* criado em 2005 por uma equipe de desenvolvedores composta por vários colaboradores e dentre eles Massimo Banzi criador do projeto. O Arduino por se tratar de projeto de código aberto permite que qualquer pessoa possa criar sua própria placa e comercializá-la, desde que o nome desta não seja comercializado com nome igual ao projeto original, o que explica a existência de diversas variedades de placas disponíveis hoje no mercado. (MCROBERTS, 2010, p.20).

O Arduino se resume a uma plataforma computacional física de placa única composta por um Microcontrolador central. Sua estrutura básica é formada por um Microprocessador Atmel AVR e mecanismos de entrada e saída embutidos. E para que funcione o Arduino conta também com um conjunto de softwares dos quais é possível programá-lo para executar determinadas operações.(MCROBERTS, 2010, p.22).

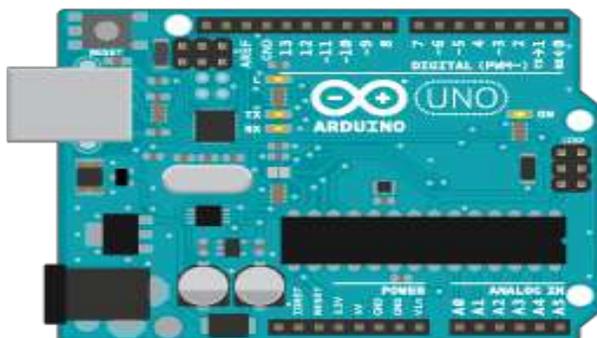
Segundo Banzi (2005, s/p), o Arduino é uma plataforma de criação de protótipos que permite pessoas sem conhecimentos prévios de eletrônica ou de programação que possam criar seus projetos de forma simples e com um baixo custo. A plataforma Arduino conta com uma linguagem de programação que tem sua origem baseada em *wiring*¹³ e que por essencial é a linguagem C/C++.

Segundo (SCHILDT 1996, p.3),

"a linguagem C foi inventada e implementada primeiramente por Dennis Ritchie e um DEC PDP-11 que utilizava o sistema operacional UNIX. C é o resultado de um processo de desenvolvimento que começou com uma linguagem mais antiga chamada BCPL, que ainda esta em uso, em sua forma original na Europa. BCPL foi desenvolvida por Martin Richards e influenciou uma linguagem chamada B, inventada por Ken Thompson. Na década de 1970, B levou ao desenvolvimento de C."

¹³ *Wiring* é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre composta por uma linguagem de programação.

Figura 3: Arduino Uno



Fonte: Arduino (2015)

2.5 Sensores Ultrassônicos

Segundo Thomsen (2015),

"o HC-SRO4 utiliza sinais ultrassônicos (40 KHz, acima da capacidade de audição do ouvido humano, que é de 20 KHz), para determinar a distância entre o sensor e o obstáculo, ele pode medir distâncias entre 2cm e 4m, com precisão de 3mm, seu ângulo de detecção é de aproximadamente 15 graus, segundo informações do *datasheet*¹⁴ do sensor. Seu funcionamento consiste basicamente em enviar um sinal que, ao atingir um objeto, volta para o sensor e com base nesse tempo entre o envio e recebimento, é calculada a distância entre o sensor e o objeto."

Figura 4: Sensor Ultrassônico HC-SRO4



Fonte: THOMSEN (2015)

¹⁴ *Datasheet* (significa folha de dados) é um documento que apresenta de forma resumida, todos os dados e características técnicas de um equipamento ou produto.

O módulo possui 4 pinos: **Vcc** 5V (podendo variar de 4,5V até 5,5V), **Trigger** (Entrada

do sensor (gatilho)), **Echo** (Saída do sensor (Eco)) e **GND** (Ground (terra)), sendo ideal para utilização em projetos compactos, já que consome apenas 15mA, se adaptando bem à projetos que utilizam as placas e microcontroladores mais comuns do mercado como Arduino, *Raspberry*¹⁵ e *PIC*¹⁶. (THOMAS, 2015).

3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

O protótipo desenvolvido usa material de fácil aquisição e de tecnologias abertas disponíveis no mercado atualmente. Para o desenvolvimento do protótipo utilizou-se um cano PVC para simular a bengala, sendo que neste está acoplado os sensores ultrassônico que tem a função de detectar os objetos que podem trazer riscos a locomoção do indivíduo, entretanto o apoio da bengala no chão é fundamental para detecção de desníveis, buracos ou degraus encontrados nas ruas por exemplo. Estes sensores são conectados ao Arduino, que por sua vez é responsável pelo controle das distâncias e intensidades dos sinais de alerta.

Os sensores estão sempre em ativa e programados para realizar uma varredura intensa à procura de obstáculos que estejam localizados abaixo e acima da cintura do indivíduo até a altura de sua cabeça. Caso nesta varredura intensa os sensores encontrem algum objeto, estes enviarão ao Microcontrolador, que identifica a distância e define o grau de risco do evento. A partir deste momento o Microcontrolador envia pulsos aos motores que vibrarão com a intensidade relativa a proximidade do objeto. Quanto mais próximo do objeto mais intensas serão estas vibrações.

3.1 Elaboração do Circuito

O protótipo tem como alimentação uma bateria externa de corrente contínua, que é responsável

¹⁵ *Raspberry* é um computador do tamanho de um cartão de crédito, que se conecta a um monitor de computador ou TV, e usa um teclado e um mouse padrão, permitindo que pessoas de todas as idades possam explorar a computação para aprender a programar em linguagens como Python.

¹⁶ *PIC* é um Microcontrolador que em um componente integrado que em um único dispositivo contem todos os circuitos necessários para realizar um completo sistema digital programável.

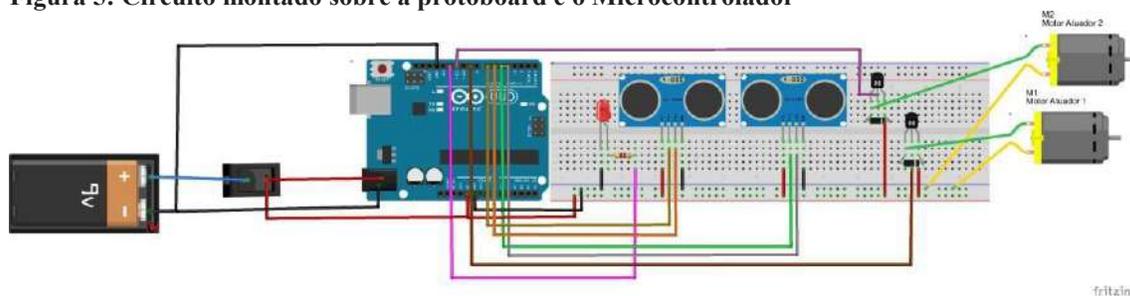
por fornecer a energia necessária para o funcionamento de todo o Microcontrolador, além de todos os sensores e também aos motores de vibração.

Os sensores terão seus pinos de *TRIGGER* (entrada) e *ECHO* (saída) conectados aos pinos de entradas ou saídas digitais do Microcontrolador, são estes pinos os responsáveis por enviar e receber os sinais ultrassônicos, transformando os dados recebidos em uma informação útil.

Com esta informação, o Microcontrolador baseado em regras pré-programadas analisará os dados recebidos e se necessário, comunicará os atuadores (motores) conectados aos pinos *PWM*¹⁷ configurados com saídas digitais, estes sendo os responsáveis por informar o usuário sobre a existência ou não de obstáculos a sua frente, permitindo que ambos os atuadores seja ligados ou desligados com base nas informações recebidas.

Na figura 5, é apresentado o circuito criado sobre a *Protoboard*¹⁸ e o Microcontrolador com a ajuda do *software Fritzing*¹⁹, para um melhor entendimento e compreensão, apresentando as ligações e os componentes utilizados para elaboração do protótipo.

Figura 5: Circuito montado sobre a protoboard e o Microcontrolador



Fonte: O autor (2015).

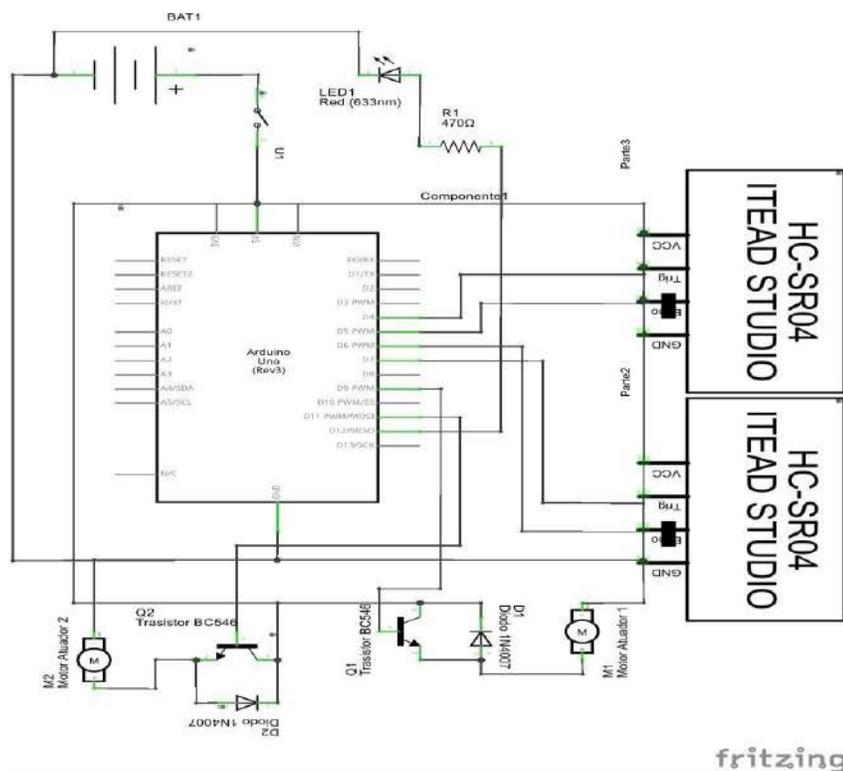
¹⁷ *PWM* é a abreviação de Pulse Width Modulation (Modulação de Largura de Pulso), ou seja, através da largura do pulso de uma onda quadrada é possível o controle de potência ou velocidade.

¹⁸ *Protoboard* uma placa de ensaio ou matriz de contato, contém furos e conexões condutoras para montagem de circuitos elétricos experimentais.

¹⁹ *Fritzing* software que auxilia na construção de modelos eletrônicos, gerando também modelos esquemáticos de circuito desejado.

Logo, na figura 6 é apresentado o modo esquemático deste mesmo modelo do circuito elétrico também desenvolvido com o *software Fritzing*.

Figura 6: Circuito Elétrico Esquemático

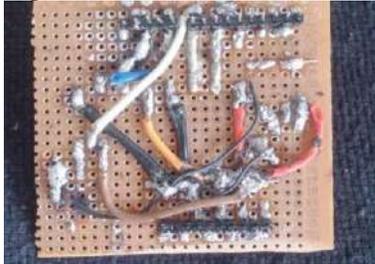


Fonte: O autor (2015).

Com base no modelo acima construído, foi desenvolvido um circuito menor, com o uso de uma placa de fenolite perfurada, está contendo todos os componentes necessários ao funcionamento do protótipo, substituindo o uso da *protoboard*.

Na figura 7, é apresentado o circuito reduzido com todas as trilhas necessárias já soldadas.

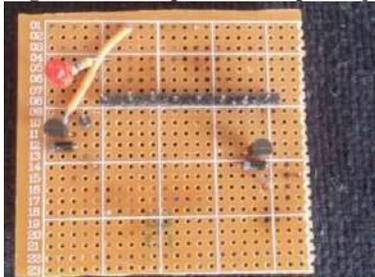
Figura 7: Lado inverso com as trilhas do circuito



Fonte: O autor (2015).

Já na figura 8, vê-se o circuito pronto, sendo que as trilhas estão do lado inverso do mesmo.

Figura 8: Componentes e pinos já soldados



Fonte: O autor (2015).

Aborda-se a seguir, a elaboração do algoritmo assim como a fórmula que permite realizar o cálculo das informações transmitidas pelos sensores.

3.2 Implementação do Algoritmo

Conforme modelo esquemático apresentado na figura 6, ao pressionar um controle de liga-desliga (*On-Off*) o Microcontrolador inicia os procedimento nele programado.

Após o circuito ser ligado, os sensores nele conectado iniciam as varreduras, caso algo seja encontrado o *software* através de uma biblioteca específica do sensor "*Ultrasonic.h*", faz o cálculo para verificar a distância entre o objeto e o usuário, o cálculo realizado em cm (centímetro). Se o objeto estiver em uma zona considerada de risco para o individuo o atuador é acionado imediatamente para avisar o usuário sobre a existência de algo a sua frente, se não for considerado como perigo nada acontece.

O sensor realiza o cálculo da seguinte forma:

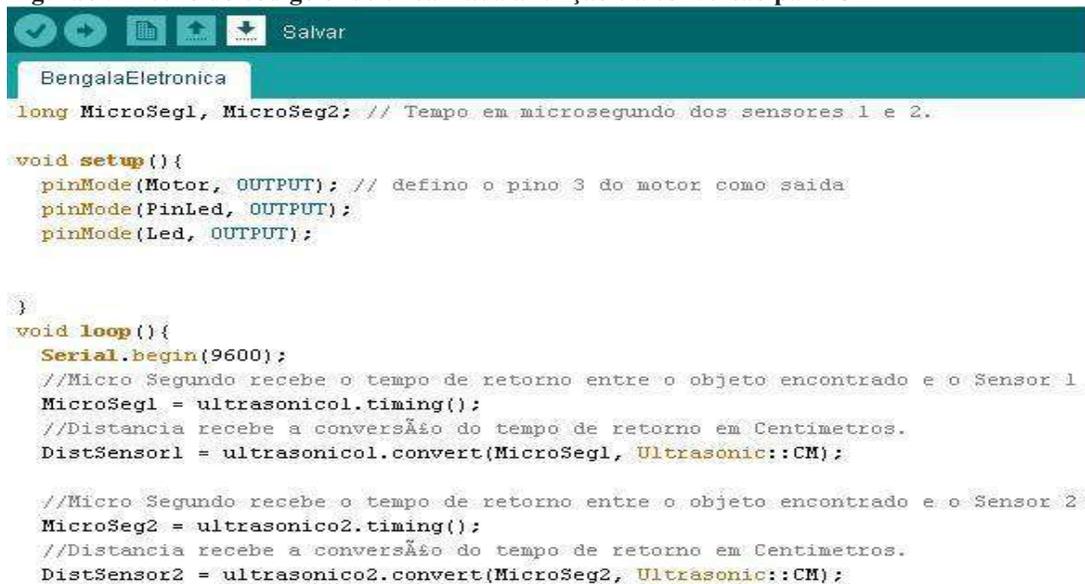
$$(D = PNA * 340 / 2)$$

Sendo que, Distância = ((Pulso em Nível Alto * velocidade do som (340m/s) /2), a divisão por 2 é necessária já que calcula-se o tempo em que a onda leva para ir e voltar ao sensor, e os 340m/s é a velocidade do som considerada ideal.

Outro aspecto importante é que os sensores estão sempre monitorando o ambiente, mesmo que um objeto seja encontrado tanto acima ou abaixo da cintura, um dos atuadores será acionado. Caso os sensores encontre novamente o mesmo ou então outro obstáculo, novos cálculos são realizados e novamente um dos atuadores é acionado com mais ou menos força, ou ainda, caso ambos os sensores encontre mais de um objeto ao mesmo tempo, ambos os motores serão acionados, como forma de alertar o usuário sobre a existência de um possível risco tanto abaixo quanto acima da cintura. A força do atuador depende da distância que o indivíduo está do objeto encontrado.

Na figura 9 abaixo, demonstra-se o trecho do código onde é realizado o cálculo para medir as distâncias pelo sensor e a conversão para centímetros.

Figura 9: Trecho do código onde é realizada a função e a conversão para Cm



```

long MicroSeg1, MicroSeg2; // Tempo em microsegundo dos sensores 1 e 2.

void setup() {
  pinMode(Motor, OUTPUT); // defino o pino 3 do motor como saída
  pinMode(PinLed, OUTPUT);
  pinMode(Led, OUTPUT);
}

void loop() {
  Serial.begin(9600);
  //Micro Segundo recebe o tempo de retorno entre o objeto encontrado e o Sensor 1
  MicroSeg1 = ultrasonico1.timing();
  //Distancia recebe a conversão do tempo de retorno em Centimetros.
  DistSensor1 = ultrasonico1.convert(MicroSeg1, Ultrasonic::CM);

  //Micro Segundo recebe o tempo de retorno entre o objeto encontrado e o Sensor 2
  MicroSeg2 = ultrasonico2.timing();
  //Distancia recebe a conversão do tempo de retorno em Centimetros.
  DistSensor2 = ultrasonico2.convert(MicroSeg2, Ultrasonic::CM);
  
```

Fonte: O Autor (2015).

No próximo assunto, aborda-se todos os passos para a montagem protótipo, bem como as fotos do projeto pronto.

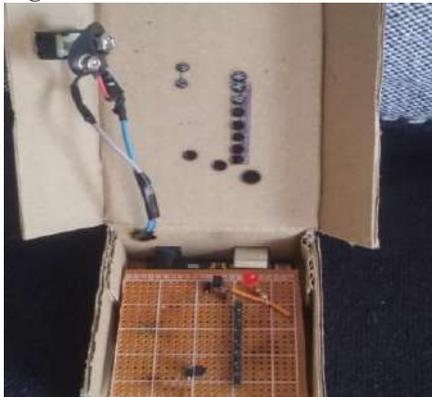
3.3 Montagem do protótipo

Na fase de montagem do protótipo, furou-se o cano PVC em dois pontos, para acoplar os sensores que farão o monitoramento dos objetos, já para acoplarmos o Microcontrolador junto ao circuito criado, utilizou-se uma caixa de papelão (material reciclável), para servir como *case*²⁰ ao projeto. Contendo todas as perfurações necessárias para o bom funcionamento do protótipo, conforme mostra a figura 9 mais adiante, está *case* também foi acoplada ao cano, como forma de não haver tantos fios soltos entre a mão e o corpo do usuário.

O motor mais potente, retirado de controle remoto de *Playstation*²¹, foi fixado dentro do cano, local onde a mão do indivíduo ficará apoiada, permitindo que ele sinta as vibrações com mais precisão. Já o outro motor um *vibracall*²² retirado de um celular, este é fixado ao braço do usuário, sendo ele o responsável por informar o indivíduo sobre a existência de um possível objeto a cima de sua cintura.

A figuras 10 abaixo, demonstra o circuito sobre o Microcontrolador, já acoplados sobre a *case*.

Figura 10: Circuito e Microcontrolador acoplado sobre a *case*.



Fonte: O Autor (2015).

Já na figura 11, vê-se todo o protótipo concluído, com os sensores e motores acoplados sobre o cano. Além de um *LED* vermelho aceso indicando que o mesmo encontra-se ligado.

²⁰ *Case* objeto utilizado para condicionar .

²¹ *Playstation* marca de vídeo game mundialmente conhecida, fabricada pela sony.

²² *Vibracall*, é um motor mecânico, geralmente menor mais utilizado em celulares.

Figura 11: Protótipo concluído com todos os componentes conectados



Fonte: O Autor (2015).

3.4 Gastos com o protótipo

Para a construção do protótipo, procurou-se gastar o mínimo possível, usando peças ou até mesmo retirando componentes eletrônicos que não mais serviam para nós, reduzindo o máximo possível os gastos, mas que ao final do projeto atendesse perfeitamente o objetivo proposto.

Na tabela 01 abaixo, mostra custo dos componentes e o valor total do projeto desenvolvido, itens cujo o valor está zerado, foram retirados de dispositivos que de alguma forma estavam danificados, jumper maiores foram construídos como fios de controle remoto.

Tabela 01: Relação de custo do protótipo.

Componentes	Quantidade	Custo
Bateria De 9v	1	R\$ 14,40
Jumpers	12	R\$ 0,00
Led Vermelho	1	R\$ 0,38
Microcontrolador Arduino Uno R3	1	R\$ 59,99
Motor de vibração	1	R\$ 0,00
Motor vibraCall	1	R\$ 0,00
Pinos barra de 40 pinos	2	R\$ 4,99
Placa De Circuito Impresso Perfurada	1	R\$ 2,99
Resistor de 470 ohms	1	R\$ 0,12
Transtistores	2	R\$ 0,70

Cano Pvc ½ mt	1,5	R\$ 10,00
TOTAL GASTO		R\$ 93,57

Fonte: O autor (2015).

3.5 Testes realizados

Para a finalização do protótipo, foram realizados diversos testes, com obstáculos diferentes, em situações diferentes. O sistema se mostrou bastante eficiente para detectar os objetos tanto abaixo quanto a cima da cintura do indivíduo, tendo o seu tempo de resposta bem eficiente na identificação e resposta ao usuário.

No entanto detectou-se que os sensores possuem baixa precisão, quando o usuário movimenta a bengala mais rápido que o tempo de retorno dos objetos encontrados, fazendo com que os sensores, percam a captura das ondas retornadas, deixando de alertar o usuário sobre um possível obstáculo, considerado de risco a ele.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento do projeto colocou-se em prática diversos conteúdos aprendidos no decorrer do curso como: circuitos eletrônicos, robótica e eletricidade conteúdos essenciais para o desenvolvimento do circuito eletrônico e também técnicas de programação indispensáveis para o desenvolvimento de um algoritmo eficiente, onde contém todas as regras de funcionamento do protótipo desenvolvido.

Conforme testes realizados, a bengala mostra que se o usuário utilizar a mesma com movimentos não muito bruscos, os sensores atenderam perfeitamente aos requisitos nele pré-programados, pois conforme mencionado anteriormente, identificou-se uma limitação de sensoriamento, onde ele somente enxerga e recebe os dados em uma linha reta.

Uma outra dificuldade encontrada está relacionada a bateria, notou-se que a mesma não deve passar de um ou dois dias de carga, logicamente isso deve variar mediante o uso da mesma, além disso este é um problema enfrentado por praticamente todos os dispositivos.

Pode-se afirmar que, apesar de termos finalizado o protótipo proposto neste projeto, nota-se que ainda existe muito a se aprender e estudar em relação aos tipos de tecnologias disponíveis para este fim, pois o mesmo ainda precisa verificar os desníveis do chão com o uso da própria

bengala, não se limitando muito aos movimentos.

Apesar das dificuldades encontradas, considera-se que os objetivos do projeto foram alcançados, tendo como próximo passo, dar continuidade ao desenvolvimento e aperfeiçoamento do protótipo:

Criar um circuito próprio, substituindo o plataforma arduino utilizada, reduzindo assim o seu tamanho; Melhorar ou desenvolver um novo sensor mais preciso e com uma possível detecção de desníveis; Acoplar o novo circuito a um local onde não atrapalhe o usuário, deixando a bengala mais livre e leve para melhorar o seu manuseio; Adicionar possíveis comandos de voz para melhor orientar o usuário.

CONSTRUCTION OF AN ELECTRONIC BENGAL FOR VISUALLY IMPAIRED

ABSTRACT

The theme addressed in this project consists of the construction of an electronic bengal to assist visually impaired in their locomotion, through various researches carried out, noticed that the growing number of people suffering from such a deficiency in our country is ever greater and with this, the higher are the difficulties they face in their day-to-day. Thus, with the aim of assists them in their locomotion, the prototype to be developed is to attach sensors of obstacles and vibration motors to a cane, using means of hardware and software technology that provides free a more affordable cost for these people.

Keywords: *Prototype of Bengal Electronics. Locomotion. The visually impaired.*

REFERÊNCIAS

BANZI, Massimo. **Whats is Arduino**. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/>>. Acesso em: 01.maio.2015.

BERSCHE, Rita; TONOLLI, J. Carlos. **Introdução ao Conceito de Tecnologia Assistiva**. 2006. Disponível em: <www.bengalalegal.com/tecnol-a.php>. Acesso em: 05.set. 2015.

BRASÍLIA DF. **Portador de deficiência Visual Guia Legal** .3^a.ed.Brasília, 2013.

CHASE, Otávio. A. **Sistemas embarcados**. 2007. Disponível em: <

<http://www.lyfreitas.com.br/ant/pdf/Embarcados.pdf>>. Acesso em: 19.mai.2015.

FREAKS, Elec. **Datasheet Ultrasonic Ranging Module HC - SR04**. Disponível em: <

<http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>>. Acesso em: 02.Set.2015

MARINHO, José Edson dos Santos & MARINHO, Ednaldo dos Santos, **Mini Curso de**

Microcontrolador, Ed. Especial nº 2, Saber Eletrônica, Janeiro 2001. Disponível em:
<http://gerson.luqueta.com.br/index_arquivos/curso8051_1.pdf>. Acesso em: 26.Abr.2015.

MCROBERTS, Michael. **Arduino Básico**. Edição original em Inglês publicada pela Apress Inc.,
Copyright c 2010 pela Apress, Inc Tradução: Rafael Zanolli 2011 Editora Novatec Editorax.

NASCIMENTO, Erik B. **Aplicação da Programação de Microcontroladores 8051 utilizando
linguagem C**. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Sistemas de Informação.
Faculdade Sete de Setembro – FASETE, Paulo Afonso – BA, 2009, 80p.

SCHILDT, Herbert. **C Completo e Total**. 3ª.ed. Tradução: Roberto Carlos Mayer. São Paulo:
Makron Books do Brasil, 1997. 816 p.

THOMSEN, Adilson. **Como utilizar o sensor ultrassônico HC-SR04**, Janeiro 2015. Disponível
em: <<http://buildbot.com.br/blog/como-utilizar-o-sensor-ultrasonico-hc-sr04/>>. Acesso em:
13.Jul.2015.