

Capítulo V - Bebedouro Microcontrolado Adaptado a Portadores de Necessidades Visuais

Josiel Machado Bomfim¹⁶

Renato Kazuo Miyamoto¹⁷

Fabio Rodrigo Milanez¹⁸

Wesley Candido da Silva¹⁹

RESUMO

Os deficientes visuais enfrentam diariamente diversos obstáculos para o simples ato de tomar água principalmente em vias públicas, onde nestes locais os bebedouros não são adaptados e predispõem de pouca sinalização. O presente projeto apresenta uma proposta para automação de um bebedouro e o desenvolvimento de um novo símbolo tátil para auxiliar na localização do aparelho adaptado. Assim, possui um sistema microcontrolado com sensores capazes de identificar um copo e realizar o acionamento de um módulo de voz, orientando o usuário a selecionar a opção de água gelada ou natural. Um segundo módulo orienta a retirada assim que estiver cheio. A partir dos testes realizados no Instituto Roberto Miranda validou-se a implementação deste projeto, se tornando um protótipo funcional como ferramenta para inclusão nas inovações e melhorias tecnológicas.

Palavras-chave: Deficiente visual. Tecnologia. Sensor. Microcontrolador

MICROCONTROLLED DRESSER ADAPTED TO CARRIERS OF VISUAL NEEDS

ABSTRACT

The visually impaired face daily obstacles to the simple act of drinking water mainly on public roads, where in these places the drinking fountains are not adapted and with little signage to locate it. The project presents a proposal to automate a drinking fountain and the development of a new tactile symbol to aid in the location of the adapted apparatus. It has microcontroller and sensor that identifies the cup by activating the voice module, guiding the user to select the option of cold or natural water, another module directing the withdrawal as soon as it is full. From the tests done at the Roberto Miranda Institute it exceeded expectations, it became a functional

¹⁶ Programa de pós-graduação em Engenharia de Automação Industrial. E-mail: josiel_bomfim@hotmail.com

¹⁷ Prof. MS.c. Faculdades da Indústria SENAI Londrina. E-mail: renato.miyamoto@sistemafiep.org.br

¹⁸ Prof. Faculdades da Indústria SENAI Londrina. E-mail: fabio.milanez@sistemafiep.org.br

¹⁹ Prof. Faculdades da Indústria SENAI Londrina. E-mail: Wesley.candido@sistemafiep.org.br

prototype since these people need to be included in the innovations and technological improvements.

Key-words: Visually impaired. Technology. Sensor. Microcontroller

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,2010), há no Brasil 24,6 milhões de pessoas com deficiências. Dentre elas, cerca de 6,5 milhões possuem deficiência visual, sendo 582 mil cegas e 6 milhões com baixa visão. (Dados do Censo 2010).

Por muitos anos, essas pessoas estiveram à margem da sociedade, num processo de segregação. A partir dos anos 90, o conceito de inclusão começou a ganhar força. Escolas, empresas e espaços públicos foram se adaptando para acolher os portadores de necessidades especiais sem barreiras arquitetônicas e com mobiliário adaptado. O artigo 24 do decreto 5296/04 (Brasil,2000), estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.

Deste modo, destaca-se a importância de projetos de pesquisa visando a compreensão da necessidade do portador de deficiência visual, a elaboração e projeto de equipamentos com base científica e relatos de usuários, por meio de pesquisas em campo.

De acordo com Gambarato (2012 p. 9), o termo “tecnologia” refere-se a um conjunto de técnicas e métodos que auxiliam em processos ou na produção de bens e serviços. Por exemplo, um equipamento ou produto que ajude no desenvolvimento do conhecimento de pessoas com limitações, possibilitando uma aquisição de autonomia à pessoa cega.

Assim, percebeu-se a necessidade do desenvolvimento de um equipamento que possibilite a localização de um bebedouro, de modo que o deficiente visual não se molhe ou precise inserir a mão dentro do copo.

Este trabalho apresenta uma proposta de baixo custo utilizando sistema microcontrolado à automação de um bebedouro existente, com o objetivo de adaptá-

lo com sensores para que haja a interação por comando de voz resultando em comodidade e acessibilidade ao usuário portador de deficiência visual.

O projeto é composto por sensores piezoelétricos e um sensor de presença, responsáveis por acionar o comando de voz para orientação do usuário. Os comandos de voz habilitam as opções de água gelada ou natural, indicam se o copo está com água e orienta para a retirada do mesmo. O sistema é composto por válvulas responsáveis pelo fechamento do relê, interrompendo o enchimento do copo.

Visando satisfazer os critérios de acessibilidade este projeto prevê uma sinalização em piso tátil formato de gota, inserido entre o piso existente de alerta e livre acesso. Fato este, pois os poucos modelos de bebedouro adaptados para portadores de necessidades visuais, são equipadas com botões em Braille, que, infelizmente nem todos dominam muito bem.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Acessibilidade

Devemos ter em mente que os portadores de necessidades visuais se deparam com inúmeras situações, em que podem passar por constrangimentos dos quais poderiam ser evitados, com toda tecnologia que dispomos hoje em dia. Um simples ato de tomar água pode ser um desafio para tal. Para que esse problema possa ser amenizado, criamos soluções práticas no que se refere ao bebedouro.

Conforme Bobbio (1992, p. 17) “O reconhecimento e a proteção dos direitos dos homens estão na base das constituições democráticas modernas, esses direitos pertencem, ou deveriam pertencer, a todos os homens e dos quais nenhum homem pode ser despojado”.

De acordo com Bobbio (1992, p. 17) “Os direitos do homem são os que cabem ao homem enquanto homem.” Desse modo todos os homens devem possuir os mesmos direitos, independentemente de suas diferenças.

A constituição do Brasil garante o direito de todos os cidadãos e parte do princípio de isonomia, pois garante a igualdade de todos perante a lei. A declaração

dos direitos humanos assegura essa igualdade que deve ser respeitada por todos os Estados. De acordo com Bobbio.

A concepção individualista da sociedade procede lentamente, indo do reconhecimento dos direitos do cidadão de cada Estado até o reconhecimento dos direitos do cidadão do mundo, cuja primeiro anúncio foi a Declaração Universal dos Direitos do Homem. (BOBBIO, 1992, p. 5)

Desse modo, podemos dizer que a orientação e a mobilidade estão presentes na vida de todos nós, onde a orientação é a capacidade de perceber o ambiente e identificar onde estamos. A mobilidade é a capacidade de nos movimentar. A visão, normalmente, é o sentido que mais diretamente colabora para a nossa orientação e mobilidade.

A orientação para a pessoa com deficiência visual é o aprendizado o no uso dos sentidos para obter informações do ambiente. Para saber onde está, para onde ir e como fazer para chegar ao lugar desejado; a pessoa pode usar a audição, o tato, a cinestesia (percepção dos seus movimentos), o olfato e a visão residual (quando tem baixa visão) para se orientar. A mobilidade e o controle dos movimentos de forma organizada e eficaz se faz conforme se utiliza das informações do ambiente.

E essa mobilidade e acessibilidade são garantidas pela constituição Federal de 1988, no seu artigo 227, parágrafo 2º, estabelece que a lei disponha sobre normas de construção de logradouros e dos edifícios de uso público e da fabricação de veículos de transporte coletivo, a fim de garantir o acesso adequado às pessoas portadoras de deficiência. Desse modo, inicia-se uma série de leis e decretos que disporá sobre pessoas com deficiências, onde o contexto em que se desenvolvem, ofereçam modos e condições de vida diária o mais semelhantes possível às formas e condições de vida do resto da sociedade.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT/NBR950,2015), a Acessibilidade é definida como “a condição para utilização com Segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços mobiliários e equipamentos”. “Urbanos, das edificações, dos serviços de transporte e dos dispositivos, sistemas e meios de comunicação e informação por uma pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida”.

A linguagem utilizada pelos Portadores de necessidades visuais é o Braille, inventado na França por Louis Braille, um jovem deficiente visual. Hoje, temos alguns modelos de bebedouros que contam com botões em Braille, porém na maioria, a saída

de água ainda é aquele “jato d’água”, que acaba dificultando bastante para os deficientes visuais.

Desde sua criação, o Braille não teve nenhuma modificação na sua estrutura básica [9]. No entanto, não diminuindo os benefícios e avanços propiciados pelo Sistema Braille, observa-se que, atualmente, existe uma tendência a uma menor utilização e propagação desse sistema. Esse alerta foi dado quando o uso de tecnologias sonoras, como por exemplo, os livros falados e softwares com síntese de voz passaram a ser mais difundidos e se tornaram mais acessíveis economicamente (AGEBSON, 2012, p. 27).

Devemos ter em mente que os portadores de necessidades visuais se deparam com inúmeras situações, em que podem passar por constrangimentos dos quais poderiam ser evitados, com toda tecnologia que dispomos hoje em dia. Um simples ato de tomar água pode ser um desafio para tal.

Acessibilidade é um atributo essencial do ambiente que garante a melhoria da qualidade de vida das pessoas. Deve estar presente nos espaços, no meio físico, no transporte, na informação e comunicação, inclusive nos sistemas e tecnologias da informação e comunicação, bem como em outros serviços e instalações abertos ao público ou de uso público, tanto na cidade como no campo. (Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos das Pessoas com Deficiência).

2.2. Automação e sistemas microcontrolados

O microcontrolador é definido em Souza (2005) como um pequeno componente eletrônico, dotado de uma inteligência programável, utilizado no controle de processos lógicos. Afirma ainda que “em uma única pastilha de silício encapsulada, existem todos os componentes necessários ao controle de um processo”. Dessa forma, o microcontrolador está provido internamente de memória de programa, memória de dados, portas de entrada, saída paralela, contadores, comunicação serial, conversores analógico-digitais entre outros.

Para o projeto foi utilizado a plataforma Arduino UNO, embarcada com o microcontrolador ATmega 328P. Assim, podem ser definidas como sistemas digitais ligados a sensores e atuadores, que permitem construir sistemas que percebam a realidade e respondem com ações físicas, baseada em uma simples placa de

entrada/saída microcontrolada e desenvolvida sobre uma biblioteca que simplifica a escrita da programação em C/C++.

O referido microcontrolador possui 14 pinos de entrada ou saída digital (dos quais 6 podem ser utilizados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um oscilador de cristal 16 MHz, controlador USB, uma tomada de alimentação, um conector ICSP, e um botão de reset. Para sua utilização basta conectá-lo a um computador com um cabo USB ou ligá-lo com um adaptador AC para DC ou bateria. A Figura 1 apresenta a plataforma Arduino.

Figura 1- Arduino UNO



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

2.3. Sensores e atuadores

Para a implementação deste trabalho foi utilizado um sensor do tipo LDR. Quando o sensor LDR é exposto a um feixe luminoso, há a disposição de elétrons livres resultando na redução de resistência, e conseqüentemente do feixe luminoso (GHELLERE, 2009). A Figura 2 ilustra o suporte do copo com o sensor LDR.

Figura 2- sensor LDR



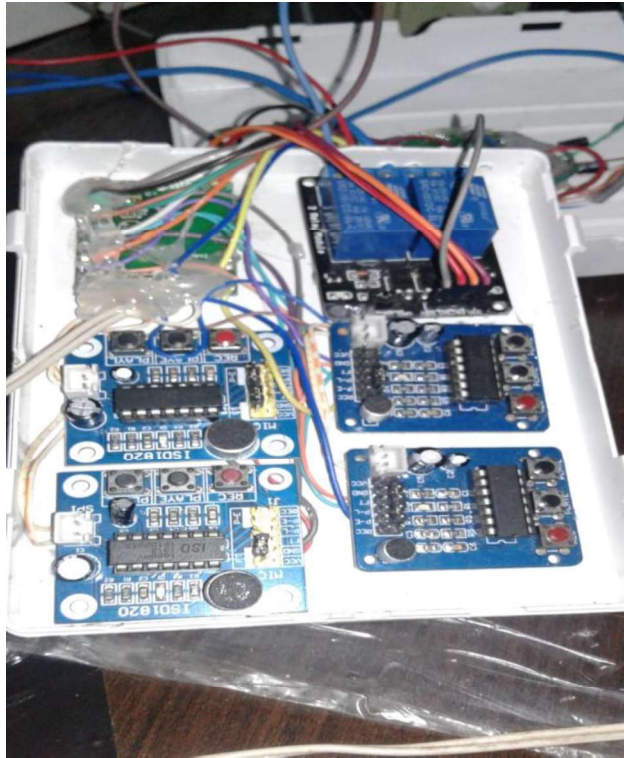
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

A resistência do LDR varia de forma inversamente proporcional à quantidade de luz incidente sobre ele. Quanto maior a luminosidade, menor será a resistência e o valor presente na entrada analógica do módulo do Arduino. Quanto o feixe de luz estiver diretamente sobre o LDR ele oferece uma baixa resistência, capaz de identificar o copo transparente, ativando (ou desativando) a válvula com a presença dele.

2.3.1. Módulo Gravador de Voz e Player ISD1820

Este módulo gravador de voz e *player* é baseado no *chip* ISD1820 que permite a gravação e reprodução de uma mensagem de voz ou som armazenada em sua memória EEPROM. O Módulo ISD1820 possui uma interface simples que pode ser controlada por microcontroladores da família AVR, PIC, processadores ARM, dentre outros. Em sua placa está embutido um microfone para gravação do som, bem como botões REC e PLAY. (USINAINFO, 2019)

Figura 3- módulo gravador de voz.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

A implementação de sistemas que utilizam o comando de voz permite que qualquer pessoa possa utilizar o equipamento, pois dispõe de botões para selecionar opções de água gelada ou natural. O sistema opera com intertravamento, sendo acionado somente com a presença do copo no sensor LDR. Outro benefício com o módulo de voz é que o usuário é orientado passo a passo até a retirada do copo.

Para melhorar o sistema de som na saída do módulo de voz foi implantado um amplificador de áudio integrado TDA2822. O referido amplificador apresenta baixa distorção no áudio, e é desenvolvido para aplicações em rádios portáteis com potências de 1 Watts estéreo ou 2 Watts mono. A Figura 4 apresenta o amplificador TDA2228. (TONI ELETRÔNICA,2019).

Figura 4- Amplificador Integrado TDA2822



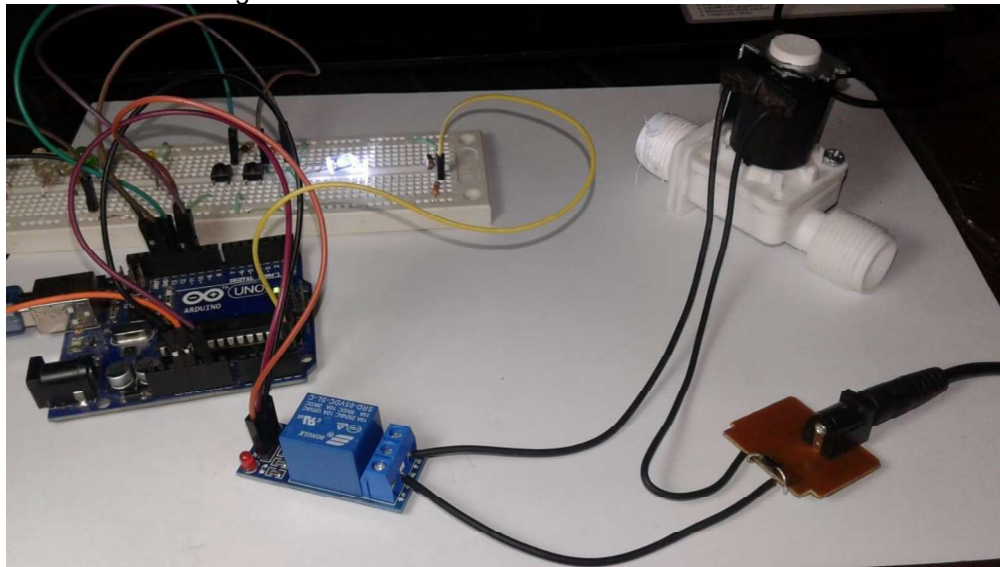
Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

2.3.2. Válvula solenoide

Para o controle do fluxo de água foi implementado uma válvula solenoide. Quando alimentada com 12V DC, ela abre e permite a vazão de água. Quando desenergizada, ela fecha e corta o fluxo. Seu funcionamento é baseado em uma bobina (solenoide), que ao ser energizada gera um campo eletromagnético responsável por movimentar o êmbolo da válvula.

As aplicações da válvula são principalmente para sistemas de controle de fluxo de água como: i) irrigação de jardins; ii) irrigação de vasos de planta; e iii) aquisição de dados sobre solo para monitoramento e análise. A válvula utilizada para o controle de fluxo foi a válvula tipo NF (Normal Fechada). Acionado por um módulo relé, quando aplicado 12V aos terminais a válvula é aberta, permitindo a passagem de água. Seu fluxo é controlado pela pressão da água e pelo tempo do fechamento do relé. A montagem é apresentada na Figura 5. (USINAINFO, 2019)

Figura 5- Acionamento válvula solenoide.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

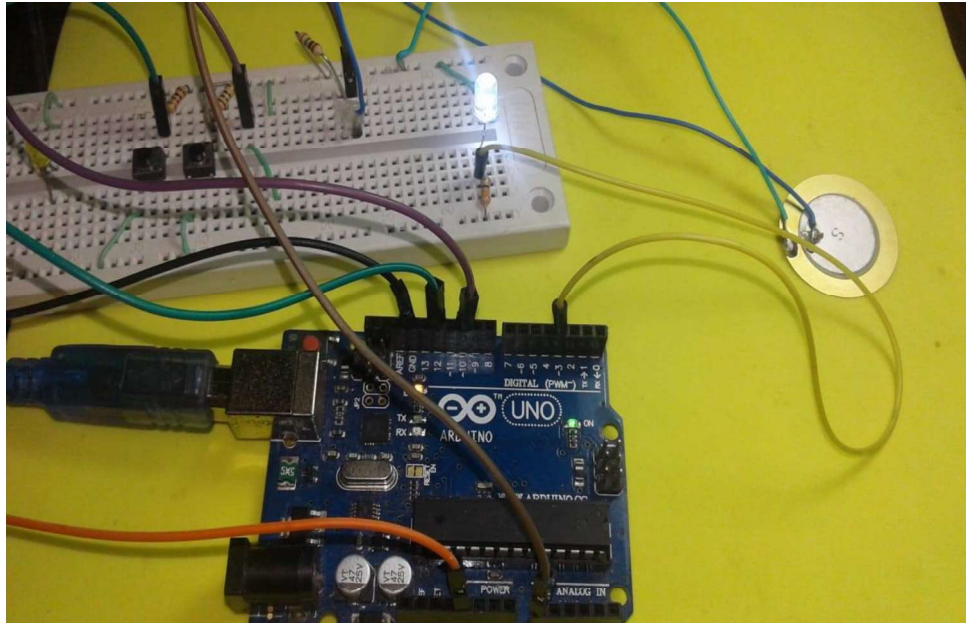
2.3.3. Sensor piezoelétrico

Os materiais com propriedades piroelétricas e piezoelétricas são cada vez mais usados em aplicações eletrônicas da robótica e da mecatrônica. Essas aplicações vão desde sensores e transdutores até ressonadores que determinam a frequência de operação de instrumentos de medida, cronômetros e relógios e, principalmente, microprocessadores.

Os sensores piezoelétricos são fundamentados na capacidade de alguns materiais gerarem tensão elétrica quando sofrem um esforço mecânico. O termo “piezo” é derivado da palavra grega que significa pressão. Assim como a geração de eletricidade por deformação. É possível também, a geração de uma deformação mecânica em resposta a uma aplicação de tensão elétrica. Dessa maneira surge o conceito de geração ou colheita de energia (Energy Harvesting).

A proposta é utilizar o sensor piezoelétrico junto ao suporte do copo para fazer o intertravamento do programa. Assim, quando o copo começa a encher e exercer uma pressão no sensor, resulta em uma tensão que é enviada ao pino do microprocessador, fazendo com que o programa libere água novamente caso o copo esteja no suporte com água. Evitando assim que o deficiente visual derramasse água. A figura 6, apresenta o teste do sensor. (USINAINFO, 2019)

Figura 6- Sensor Piezoelétrico



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

3. METODOLOGIA

A proposta metodológica para elaboração e execução desse projeto foi de pesquisas teóricas em relação às dificuldades encontradas pelas pessoas com deficiência visual e uma pesquisa de campo no Instituto Londrinense de Instrução e Trabalho para Cegos (ILITC).

Na primeira etapa foi realizado o levantamento bibliográfico em livros, dissertações, artigos científicos e teses. Os dados estatísticos serviram de reforço para a elaboração do projeto. Na segunda etapa, efetivou-se a pesquisa de campo.

O primeiro momento da pesquisa de campo ocorreu no Instituto Londrinense de Instrução e Trabalho para Cegos (ILITC) fundado em 06/02/1965, atualmente Instituto Roberto Miranda. Em 1971 foi adquirida a sede própria, porém, só a partir de 1979 iniciou o atendimento aos deficientes visuais.

Atualmente, o ILITC atende uma média de 150 alunos, não havendo limite de idade para ingresso. A filosofia de trabalho que sustenta a ação pedagógica do instituto é voltada para a formação integral das pessoas que possuem deficiência visual, assumindo como responsabilidade a busca de alternativas que conduzam o deficiente visual à compreensão de sua participação na sociedade como cidadão que é buscando exercer em plenitude os seus deveres para com o Estado e requerendo a

vigência de seus direitos conforme lhe é assegurado pela Constituição e reforçado por todas as Portarias, Resoluções e Leis que integram as Políticas Públicas.

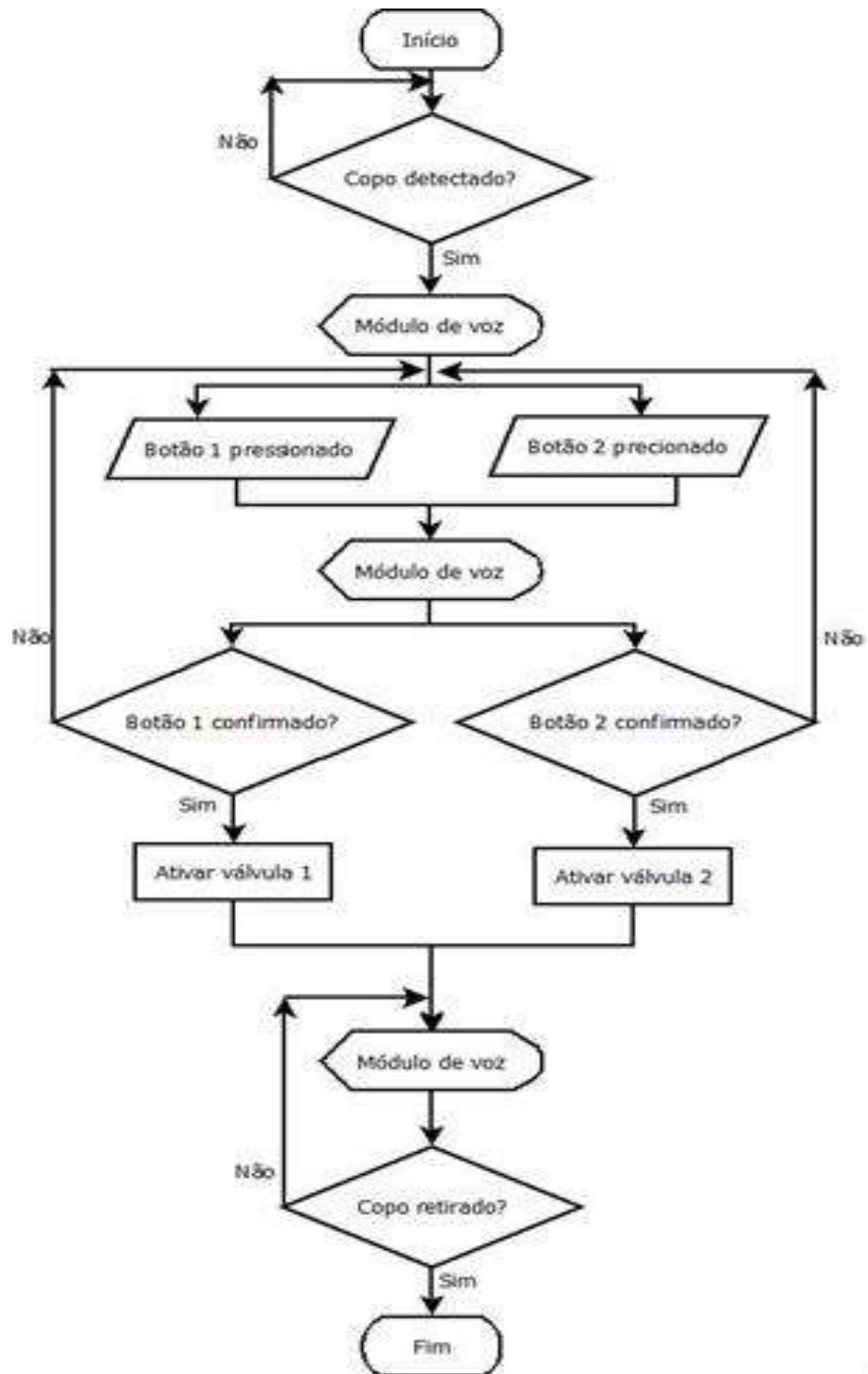
Por fim, com base nas pesquisas no instituto para cegos, o projeto do bebedouro adaptado foi posto a teste para os alunos do instituto, afim de que pudessem comprovar a aplicabilidade do sistema e seu funcionamento.

O protótipo do bebedouro adaptado tem a finalidade de auxiliar o portador de deficiência a ter mais autonomia de um simples ato de pegar água sozinho com a orientação dos sensores de voz a partir da base do copo e também com botões que indicam as opções de água gelada e natural, acionando as válvulas solenoides podendo ser programado conforme o tamanho do copo, enchendo a partir do tempo da vazão das válvulas que serão acionados pelo rele. Outro sensor piroelétrico sendo instado na base do copo indica a presença de água acionado o modulo de voz que indica a retirada do mesmo.

A grande motivação para o desenvolvimento deste projeto está relacionada à necessidade de um sistema novo, com módulos, sensores e um novo símbolo tátil que irá auxiliar os portadores de deficiência a terem mais autonomia no seu dia a dia. A Figura 7 ilustra o funcionamento da automação proposta.

O programa se inicia ao ser colocado o copo na base do bebedouro. O sensor identifica o copo e aciona o módulo de voz, orientando o usuário a selecionar a opção desejada. Após o usuário pressionar um dos botões, o módulo de voz avisará qual foi a opção escolhida. Para confirmar, o usuário deverá pressionar novamente o botão. Após confirmar, é liberada a válvula correspondente à solicitação e o módulo de voz informa que o copo está cheio e solicita a retirada do mesmo. Após essa ação é finalizado o ciclo do programa, que fica aguardando novo copo. A Figura 8 ilustra o protótipo do bebedouro adaptado.

Figura 7- Fluxograma



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Figura 8- Bebedouro adaptado



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Apenas o bebedouro adaptado as necessidades não seria o suficiente, pois a pessoa com deficiência visual sentiria dificuldades para encontrar o aparelho. Assim, realizou-se pesquisas, constatando uma deficiência de sinalização nas normas vigentes.

3.1 SINALIZAÇÕES TÁTEIS DE ALERTA.

Partindo de medidas normatizadas, foi desenvolvido um símbolo para piso tátil, que auxilia o usuário a chegar ao bebedouro da mesma forma como ele caminha pelas vias públicas com piso tátil.

De acordo com a pesquisa realizada no instituto Roberto Miranda um dos meios de locomoção utilizada pela pessoa com deficiência é a bengala convencional e o tato com a sola dos pés. Assim, percebemos que houve dificuldades de interpretação, devido à existência de modelos de sinalizações de direção e alerta.

Podemos dizer que o piso tátil de alerta deve ser utilizado para sinalizar situações que envolvem risco de segurança. Este deve ser diferenciado ou deve estar associado à faixa da cor contrastante com o piso adjacente (Figura 9)

Figura 9-Piso tátil de alerta



Fonte: NORMA **ABNT NBR 16537**

Já o piso tátil direcional deve ser utilizado quando da ausência ou descontinuidade de linha-guia identificável, como guia de caminamento em ambientes internos ou externos, ou quando houver caminhos preferências de circulação de acordo com a Figura 10.

Figura 10- Piso Tátil direcional



Fonte: NORMA **ABNT NBR 16537**

Diante dessas sinalizações existentes, como uma pessoa com deficiência visual poderá encontrar um bebedouro sem ajuda? Sendo assim, foi necessário desenvolver um novo símbolo que junto com os outros ajudarão atender as necessidades de informações em seu raciocínio fotográfico e com auxílio de instrumentos já desenvolvidos, cujas técnicas envolvem os movimentos de varredura, técnica diagonal, técnica de toque e técnica de deslize. Este estudo foi realizado para verificar a posição da colocação do símbolo de uma gota de água que sinaliza há

existência de um bebedouro no local (Figura 11).

Figura 11-Piso Tátil em formato de gota.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

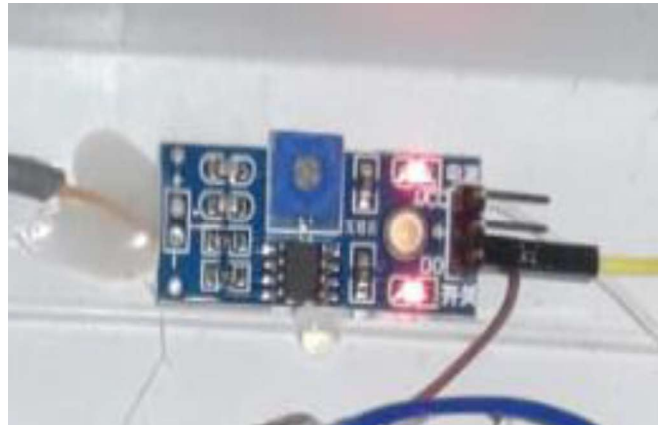
Na técnica diagonal o deficiente visual detecta diferenças de níveis e objetos. Já na técnica de deslize, o deficiente visual também pode explorar detalhadamente o terreno a sua frente permitindo a detecção de desníveis. A ponteira da bengala permanece em contato com o solo permanentemente, deslizando-a para ambos os lados formando um arco de proteção constante durante o procedimento de varredura. Desta forma, devido às técnicas de movimentação das bengalas formam diferentes ângulos com o solo com pequenas variações durante a locomoção.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante os testes observou-se que o protótipo apresentou alguns problemas, entre elas a dificuldade da leitura do sensor LDR devido transparência do copo a e luz ambiente resultando que a voz se repetisse por diversas vezes ou não realizando a leitura do mesmo, com isto não acionando os módulos de voz e também as válvulas.

Para corrigir este problema foi necessário a troca do sensor LDR, por um módulo, conforme a Figura 12. Este módulo Sensor LDR opera com alimentação na faixa de 3,3 a 5VDC e ele possui o circuito integrado comparador LM393 e um *trimpot* para ajuste de sensibilidade do sensor sendo ajustado conforme o ambiente onde será instalado o aparelho.

Figura 12-Módulo sensor LDR



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

Outra idéia sugerida pelos alunos e professores seria a troca dos botões de comando por botões que contêm luzes e símbolo em braille, para facilitar a identificação, pois muitos alunos conseguem fazer a leitura em braille. Somado aos módulos de voz o equipamento ficaria mais fácil de operar.

Segundo os professores do Instituto Roberto Miranda os portadores visuais de baixo visão teriam mais facilidade em identificar os botões com o auxílio das cores brancas e azul. Para fazer teste no protótipo o botão de comando que mais se aproxima dessas características seria o botão de elevador conforme a Figura 13.

Figura 13-Botão com led e Braille.



Fonte: <http://www.elevcom.com.br/elx-700/>

As válvulas solenoides que são acionadas pelo modulo do relé, durante a sua comutação apresentaram falhas, pois o microprocessador Arduino e as válvulas estava sendo alimentado pela mesma fonte de 12 volts, causando ruído no áudio e

ligando e desligando o microprocessador. Assim, foi necessário reiniciar o equipamento por diversas vezes. A solução encontrada foi colocar o diodo retificador modelo 1n4007 em antiparalelo entre os terminais das válvulas e nos terminais que alimentam o modulo Arduino. Evitando assim um retorno de corrente nas válvulas. A Figura 14 apresenta a válvula com o diodo 1N4007.

Figura 14-Valvula com diodo 1N4007



Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

A utilização do sensor piezoelétricos junto ao suporte do copo para fazer o intertravamento do programa, evitando que a válvula seja acionada estando o copo com água, não se comportou como desejado. Pela sua sensibilidade de toque e pressão, apresentou diversas falhas durante os testes. Sendo necessário fazer alguns ajustes e novos teste futuro, tanto na parte física do sensor e na programação de comando conforme a Figura 15.

Figura 15-Função para controle do sensor Piezo

```
void SensorPiezo(){
  if(analogRead(pinoSinal) > 10){
    digitalWrite(modulo_a, HIGH);
  }else{ //SENÃO
    digitalWrite(modulo_a, LOW);
  }
}
```

Fonte: Elaborado pelo Autor (2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma sociedade aberta a todos, que estimula a participação de cada um e aprecia as diferentes experiências humanas, e reconhece o potencial de todo cidadão, é denominada como sociedade inclusiva. A sociedade inclusiva tem como objetivo principal oferecer oportunidades iguais para que cada pessoa seja autônoma e autodeterminada.

Portanto, o princípio da acessibilidade não limita somente a acessibilidade arquitetônica, é essencial, para a inclusão da pessoa com deficiência, que ela seja objeto do planejamento escolar, do planejamento político, do planejamento empresarial. O princípio da acessibilidade, além de tudo, é um direito da pessoa com deficiência, direito de viver dignamente, de forma mais independente possível.

O protótipo teve boa aceitação nos testes feitos por alunos no Instituto Roberto Mirando, escola para deficiente visuais, com uma proposta de um bebedouro adaptado de uma forma simples e funcional. Baseado nestes resultados, conclui-se que é possível desenvolver um módulo composto de microcontrolador, sensores e módulo de voz, sendo possível adaptar alguns modelos de bebedouro presente nas casas e escolas. Reaproveitando os materiais do mesmo, tais como: fios, válvulas e mangueiras. Com isto, pode-se reduzir o custo de produção.

Outra melhoria no projeto seria a redução do circuito eletrônico para que o mesmo possa ser adaptado em qualquer bebedouro, facilitando sua adaptação nos equipamentos já existente, principalmente nas áreas públicas, onde os deficientes sentem muita dificuldade de localizar e utilizar o bebedouro. Fazendo com que a tecnologia pode ser uma aliada na resolução de problemas diários dessas pessoas.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 9050: **Norma Brasileira de Acessibilidade de Pessoas Portadoras de Deficiência às Edificações, Espaço Mobiliário e Equipamentos Urbanos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas, 2004.

Art. 24 do Decreto 5296/04. Disponível em:
<<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10939469/artigo-24-do-de-dezembro-de->

2004> Acesso em: 27 fev. 2018

ERTURK A.; INMAN D. J. **Piezoelectric energy harvesting**. John Wiley & Sons, 2011.

GAMBARATO, V.T. S.; BATISTA, A. P.; GIANDONI, L. S. Uso de tecnologias assistivas na educação superior tecnológica. **Monografia – FATEC**, 2012.

GHELLERE, G. LDR Light Dependent Resistor: Resistor Variável de acordo com incidência de luz. **Monografia – UNIOESTE**, 2009.

IBGE. Censo Demográfico. 2010. _____ Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2018

MEC. Grafia Braille para a Língua Portuguesa. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/grafiaport.pdf>>. Acesso em: 2 nov. 2018.

NAPNE, IFRS/BG. Núcleo de Atendimento às Pessoas com Necessidades Especiais. Disponível em: <<http://www.bento.ifrs.edu.br/acessibilidade>>. Acesso em: 27 nov. 2014.

SOUZA, D. J. **Desbravando o PIC**: Ampliado e Atualizado para PIC 16F628A. 8ª ed. São Paulo: Érica, 2005.

TONI ELETRÔNICA. Disponível em: <<https://www.te1.com.br>>. Acesso em: 25 de março de 2019.

USINAINFO. Usina da Informática. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br>>. Acesso em: 25 de março de 2019.

APÊNDICE – Fotos do Sistema em utilização experimental

