

PROTÓTIPO DE AUXÍLIO À PRÁTICA DE NATAÇÃO PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Alinne Cristiane Aniceto Medeiros¹, Felipe Matheus Costa Silva, Matheus André Araújo do Nascimento e Leonardo Rodrigues de Lima Teixeira².

E-mail: alinne.aniceto@hotmail.com¹; leonardo.teixeira@ifrn.edu.br²

RESUMO

Há muitos anos a integração de pessoas com deficiência visual na sociedade enfrenta vários problemas. A falsa ideia de incapacidade decorre não só da dificuldade natural que essa deficiência acarreta a seu portador, mas também de uma sociedade pouco adaptada a essa realidade. A prática de esportes por deficientes visuais possibilita a interação do indivíduo com a sociedade. O incentivo da autonomia e independência pela prática da natação permite que a pessoa com deficiência visual agregue, organicamente, benefícios e melhorias à sua qualidade de vida. O presente trabalho tem como

principal motivação a construção de um protótipo eletrônico que auxilie na prática de natação por cegos ou pessoas com baixa visão. O protótipo consiste de sensores fotoelétricos que acionam motores vibratórios quando um obstáculo é detectado. As vibrações possuem intensidade inversamente proporcional a distancia do objeto detectado, sendo interpretadas pelo usuário que poderá tomar decisões em seu trajeto. O instrumento de detecção será posicionado em um dos braços do usuário, de forma que possa detectar os limites da piscina.

PALAVRAS-CHAVE: Deficiência Visual, Eletrônica, Natação.

AID'S PROTOTYPE FOR SWIMMING PRACTICE FOR PEOPLE WITH VISUAL IMPAIRMENT

ABSTRACT

Many years ago the integration of visually impaired people in society faces several problems. The inability's misconception stems not only from the natural difficulty that this deficiency causes to your carrier, but also of a society not adapted to this reality. The practice of sports by people with visual impairment enables the individual to interact with the society and promote, consequently, individual and collective gains. The encouragement of autonomy and independence through swimming practice allows a visually impaired person adds, organically, benefits and improvements to his life

quality. This paper has as main motivation the development of an electronic prototype that helps blind or people with low vision in the swimming practice. The prototype consists in photoelectric sensors that trigger vibrating motors when a barrier is detected. The vibrations have intensity inversely proportional to the distance of a detected object, being interpreted by the user that can take your own decisions for the route. The detection device will be on the user's arm, so that it can detect the boundaries of the pool

KEY-WORDS: Visual Impaired, Electronics, Swimming .

1 INTRODUÇÃO

1.1 A Deficiência Visual e a Inclusão pelo Esporte

Há muito tempo a comunidade de pessoas com deficiência visual tem sofrido os impactos que a falta de integração (seja nas ruas ou em suas próprias casas) ocasiona em suas vidas. São poucas as políticas sociais que buscam aplicar, de fato, medidas que venham a mudar essa realidade, através de um planejamento que admita a heterogeneidade das condições físicas daqueles que constituem a sociedade.

Até a década de 1980, a legislação brasileira tinha um caráter basicamente assistencialista e paternalista, ratificando a visão e a prática com as quais geralmente vinham sendo tratadas as questões envolvendo as pessoas com deficiência. Tais políticas centravam-se, no caso dos deficientes visuais, na organização do ensino e instalação de classes em Braille e na adaptação social e reabilitação. Sendo assim, cabia à pessoa adaptar-se ao meio onde vive e não o contrário (BRUMER *et al.*, 2004).

Seguindo esse panorama, são inúmeras as barreiras que o deficiente visual enfrenta no seu dia-a-dia. Quanto à prática de esportes, a inexistência de condições favoráveis levam pessoas com deficiência visual, e também de outros tipos, a adquirirem uma rotina sedentária e, em certos casos, reclusa.

Com a prática de esportes, a pessoa com deficiência poderá adquirir maior integração social, baseada na interação com os demais participantes dessa atividade. Além disso, o esporte serve como uma forma eficaz de desenvolver habilidades referentes à sua coordenação, autoconfiança, independência e condicionamento físico. Para que isso ocorra, a sociedade deve, por mérito, mostrar condições favoráveis e adaptadas a esta necessidade em particular, como forma de garantir o direito básico de liberdade e independência.

1.2 Noção Espacial no Esporte e suas Ferramentas

Para suprir a falta da visão, os deficientes visuais utilizam os demais sentidos com maior frequência, de forma a adquirir sua própria noção do ambiente e, conseqüentemente, poder interagir com ele. Nesse contexto, o presente trabalho, ao propor um dispositivo eletrônico baseado em vibrações (tato), auxilia a pessoa com deficiência visual nas atividades esportivas ao ampliar suas referências espaciais. A utilização de alertas através do tato, por sua vez, leva em consideração a possibilidade de ser utilizado em ambientes aquáticos sem maiores perdas, quando comparado aos sinais sonoros.

Segundo Winnick (1990) apud Tsutsumi *et al.* (2004), o esporte adaptado às deficiências físicas é definido como sendo "experiências esportivas modificadas ou especificamente designadas para suprir as necessidades especiais de indivíduos. O árbitro do esporte adaptado inclui a interação e os lugares nos quais se incluem apenas pessoas com condições de deficiência". Baseado nesta prerrogativa, o presente trabalho propôs a adoção de uma nova ferramenta na

prática da natação, de forma que barreiras fossem quebradas e a experiência esportiva se aproximasse daquela obtida na natação comum.

Em geral, as regras utilizadas na natação adaptada são bastante semelhantes àsquelas da natação convencional. Quanto à utilização do espaço, muitos nadadores dependem do apoio de treinadores que, pelas bordas da piscina, ditam instruções.

Uma ferramenta bastante utilizada são os *tappers*, bastões com ponta de espuma que servem para tocar o atleta informando-o a proximidade da borda da piscina. O protótipo apresentado neste trabalho busca substituir a utilização dessa ferramenta, já que seus sinais vibratórios é que serão responsáveis por esse aviso.

No entanto, é importante salientar que o dispositivo eletrônico descrito neste trabalho não substitui a presença de um monitor habilitado no acompanhamento do atleta, de forma a evitar acidentes.

1.3 Justificativa

Um dos grandes empecilhos aos avanços da tecnologia no âmbito de inclusão é, na verdade, o alto custo e as questões mercadológicas envolvidas, uma vez que se pensa muito mais no retorno financeiro a ser obtido em vendas do que nos benefícios gerados.

Os ganhos (em termos tecnológicos) para as pessoas com deficiência visual têm sido obtidos aos poucos, tais como: o treinamento para o uso do programa Liane TTS, voltado à inclusão social de deficientes visuais, realizado pelo SERPRO - Serviço Federal de Processamento de Dados (BRASIL, 2012c); a construção de um sistema de substituição sensorial para auxílio a deficientes visuais via técnicas de processamento de imagens e estimulação cutânea (PEREIRA, 2006); construção de um equipamento assistivo denominado “Bengala Longa Eletrônica” (SILVA & RAMIREZ, 2009), dentre outros.

Assim, ao propormos a construção de um protótipo eletrônico com custos de produção relativamente baixos, poderemos utilizar conhecimentos tecnológicos a favor da inclusão. Pedagogicamente, o presente trabalho ainda propôs a utilização de técnicas e conhecimentos obtidos em estudos na área de engenharia (referentes à eletricidade e eletrônica), aplicando-os de forma direcionada à identificação de um problema, análise e aplicação de soluções eficientes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Sensor Fotoelétrico

Os sensores são equipamentos eletrônicos utilizados para obter dados referentes ao ambiente externo, sendo possível, a partir destes valores, realizar alguma ação ou rotina. Sensores fotoelétricos podem ser construídos a partir de diodos, componentes eletrônicos formados pela junção de dois semicondutores, o anodo e o catodo. O anodo é a polo positivo e o catodo é o polo negativo de um diodo.

O LED é um diodo capaz de emitir luz em diferentes frequências, dependendo do modelo. Na composição dos sensores fotoelétricos costuma-se utilizar LEDs que atuam na frequência do infravermelho (não visível). Os LEDs usados foram de dois tipos: os emissores de infravermelho e os receptores.

O sensor é formado por um ou mais LED(s) emissor(es) e um receptor. Este último é caracterizado por apresentar um aumento na corrente elétrica de saída ao detectar qualquer feixe de luz. Esses feixes, por sua vez, determinam a intensidade da corrente.

Assim, quando qualquer objeto se aproxima do LED emissor, os feixes de luz emitidos por ele irão colidir com o objeto, sendo assim refletidos e possivelmente captados pelo LED receptor. Caso sejam captados, o receptor irá apresentar um aumento na corrente elétrica de saída. Quanto maior a proximidade do objeto, maior será a corrente, uma vez que número de feixes detectados será maior. Logo, podemos analisar o comportamento do LED receptor e determinar a existência e proximidade de um obstáculo pela intensidade da corrente produzida pelo LED.

2.2 Sensor Ultrassônico

Este sensor é usado para medir distâncias com precisão e seu funcionamento é parecido com o sensor fotoelétrico. O sensor é composto por um emissor e um receptor. Este primeiro é responsável por enviar uma onda sonora para o meio. Quando existe algum obstáculo à frente, a onda é refletida pelo obstáculo e volta para o receptor. Sabendo-se do intervalo de tempo gasto pela onda desde a ida até o retorno ao sensor e a velocidade de propagação da onda, é possível saber a distância do objeto em relação ao sensor.

2.3 Motores Vibratórios

Os motores vibratórios são componentes que promovem vibrações ao serem alimentados por uma corrente elétrica. São encontrados em diversos dispositivos, como celulares. Eles são formados por um motor com eixo de metal em formato de meia-lua numa das pontas – fator determinante para vibração - e na outra os polos para se aplicar a voltagem. Como a extremidade do motor possui formato de meia lua, o eixo irá oscilar quando é iniciado o movimento giratório. Essa oscilação causa a vibração que é propagada para o restante do objeto que o contém.

Devido ao seu pequeno tamanho, baixo consumo elétrico e sua eficiência, os motores vibratórios foram escolhidos em nosso projeto como meio de aviso à pessoa com deficiência visual quando ocorre a detecção de um obstáculo.

2.4 Potenciômetros

Potenciômetros são componentes eletrônicos que apresentam resistência elétrica variável. Na prática, são resistores que podem ter sua resistência variada a partir de um cursor que é manipulável. Esses componentes são usados para o controle ou alteração de características de entrada/saída como volume, brilho, contraste, etc. Além disso, são usados para testes nos quais não se sabe qual a resistência necessária.

2.5 Amplificadores Operacionais

Amplificador operacional (Amp-Op) é um dispositivo em circuito integrado formado por mais de 30 componentes, em sua maioria transistores. Composto por duas entradas, chamadas de entrada inversora (defasada em 180°) e não inversora, e uma saída.

O LM741 é um amplificador operacional comumente utilizado. Ele possui dois tipos de encapsulamento, o DIP (Dual In Line Package) e o TO-99, sendo o DIP de 8 pinos o mais comum.

Para funcionar, o LM741 requer o uso de uma fonte simétrica, onde são fornecidas tensões com o mesmo valor, mas com polaridades diferentes. Ou seja, numa fonte simétrica de 9v teremos as tensões de +9v e -9v sendo fornecidas.

2.6 FPGA

A implementação em dispositivos com lógica programável, ou PLD's (*Programmable Logic Devices*), se deu em meados da década de 70, com o desenvolvimento da memória PROM (*Programmable Read-Only Memory*). O PLD é um circuito integrado que pode ser configurado pelo próprio usuário, em bancada de trabalho, para desempenhar uma determinada função lógica. Isto é possível devido à utilização de elementos ou dispositivos de programação, existentes na arquitetura destes componentes que operam como chaves que permitem conectar, ou não, dois pontos estratégicos do componente, assim definindo a funcionalidade de células lógicas configuráveis e o roteamento de sinais internos entre as células (WAGNER, 2008).

A forma mais popular atualmente de circuito integrado programável é a FPGA. O seu chip contém todos os transistores e todos os fios que o chip final poderá vir a ter. Ao comprar esses chips, temos que programá-los para implementar o circuito que desejamos (VAHID, 2007).

2.7 Arduíno

O Arduíno é uma plataforma de prototipagem eletrônica baseada em um conjunto hardware/software flexível e fácil de usar. É uma placa microcontrolada que permite conhecer um determinado ambiente através da aquisição de sinais advindos de sensores diversos, assim como permite realizar o controle de luzes, motores, dentre outros atuadores. Para realizar o controle deste microcontrolador, deve-se fazer uso da linguagem de programação Arduíno, assim como do ambiente de desenvolvimento de mesmo nome. Por ser uma tecnologia aberta, seu hardware pode ser construído à mão, ou comprado de fabricantes que também liberam atualizações, enquanto o software pode ser adquirido realizando um download na internet (ARDUINO, 2012).

3 METODOLOGIA

3.1 Entrevistas

Inicialmente foram realizadas entrevistas com pessoas com deficiência visual das cidades de Currais Novos e Parelhas que ajudaram a nortear o foco do trabalho. As primeiras entrevistas proporcionaram o conhecimento do problema em si, principalmente quais as maiores dificuldades

enfrentadas. Nessas entrevistas, ainda pensávamos em fazer algum tipo de dispositivo que auxiliasse na locomoção terrestre, como um cão-guia.

Em outra ocasião, propomos uma segunda entrevista, tratando agora dos dispositivos que tínhamos em mente e suas características. Por meio dela, compreendemos que o alerta através do tato, por sua vez, seria discreto e de fácil interpretação pelo usuário, por se tratar de um estímulo simples. Contudo, um dos entrevistados nos alertou para algo que ainda não tínhamos nos norteado: a prática da natação realizada por pessoas com deficiência visual. Com isso, alteramos o nosso foco e decidimos construir um protótipo para auxiliar na prática de natação.

3.2 Escolha dos equipamentos

Após as entrevistas, partimos para outra etapa: validação e escolha dos equipamentos que seriam obtidos para o projeto.

Primeiramente fizemos a validação das plataformas programáveis, já que poderiam ser utilizadas no produto. Foram feitos testes no microcontrolador Arduino e no *hardware* reconfigurável FPGA. No entanto, o uso de qualquer uma dessas plataformas aumentaria relativamente o tamanho do dispositivo, algo que ia contra a proposta de construção de um produto portátil. Assim, buscamos realizar todo o processamento apenas utilizando os conhecimentos e tecnologias da eletrônica analógica.

Dando continuidade às atividades, foram realizadas pesquisas de modo a descobrir qual o melhor sensor a ser utilizado. Este deveria ter como principal característica a capacidade de trabalhar debaixo d'água, identificando corretamente os objetos. As opções que tínhamos disponíveis eram o sensor ultrassônico modelo HC-SR04 e o sensor fotoelétrico, composto por LEDs infravermelhos.

O sensor ultrassônico trabalha com a emissão de som e, mesmo que este se propague em meios aquáticos, não seria viável levá-lo à água dentro de um recipiente cuja superfície bloquearia os sinais sonoros. Dessa forma, optamos pelo sensor fotoelétrico cujos sinais luminosos são capazes de atravessar a superfície transparente do recipiente e atingir a barreira a ser detectada.

3.3 Elaboração do protótipo

A partir disso, pesquisamos qual o melhor circuito para a construção do sensor. Procuramos elaborá-lo de forma caseira, diminuindo os custos do projeto. Construímos um circuito semelhante ao mostrado na Figura 1. Ele é composto por dois LEDs infravermelhos, sendo um receptor (D3) e outro emissor (D2), três resistores de 1k Ω , um resistor de 470 Ω , um potenciômetro de 50k Ω , um circuito integrado (CI) LM 741 (amplificador operacional) e uma saída, representada por um LED comum (D1).

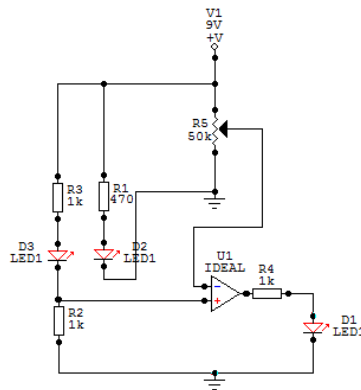


Figura 1 – Representação do circuito de sensor fotoelétrico utilizado.

O sensor funciona da seguinte maneira:

1. O LED emissor envia espectros de luz infravermelha pelo ambiente. Ao colidirem com o objeto, estes espectros voltam e são “absorvidos” pelo receptor que irá aumentar o fornecimento de tensão e corrente em sua saída. Quanto mais próximos estiverem os objetos, maior será a tensão de saída no receptor, uma vez que o número de espectros absorvidos também aumenta.
2. O Amp-Op (amplificador operacional) é utilizado como um comparador, relacionando a tensão de saída do potenciômetro (entrada inversora) e a tensão de saída do LED receptor (entrada não-inversora). Enquanto a tensão de saída do potenciômetro for maior que a tensão de saída do LED, a saída do amp-op será equivalente à tensão do pino $-V_{cc}$. Quando ocorrer o contrário, a tensão de saída do amp-op será equivalente à tensão do pino $+V_{cc}$.
3. O potenciômetro é utilizado para regular a corrente elétrica do circuito.

Para aumentar a tensão de saída do LED receptor, foi retirado um dos resistores de $1k\Omega$ conectados a ele.

Concluída a validação do sensor, partimos para a adição dos motores vibratórios ao circuito, responsáveis por avisar o usuário do dispositivo da proximidade de algum objeto. Já que o dispositivo possui pequenas dimensões, foi optado por utilizar apenas um motor vibratório, substituindo assim o LED vermelho do experimento anterior.

Entretanto, uma vez que utilizávamos uma fonte simétrica na alimentação do amp-op, o motor era acionado nas duas possibilidades de funcionamento do circuito. Para solucionar o problema, adicionamos um diodo na saída do amplificador.

A validação do circuito propiciou a construção do primeiro protótipo. Fizemos o desenho com as conexões necessárias e transferimos para uma placa de circuito impresso, soldando posteriormente os componentes na própria placa.

Terminado o processo de fixação do circuito na placa, esta foi transferida para o recipiente que seria levado ao meio aquático. Um recipiente de vidro transparente foi escolhido para que

fosse possível a passagem dos espectros de luz para o meio externo. A vedação da placa foi feita com cola quente, de forma que a entrada de água para o circuito fosse impedida.

No protótipo, o sensor deve ficar direcionado paralelamente à mão, sendo possível a detecção de objetos diante do corpo do usuário que estiver nadando. Assim, ao se aproximar do obstáculo à sua frente, o sensor detecta e aciona o motor vibratório, que deve interferir em toda a caixa, fazendo-a vibrar.

3.4 Primeiros testes

Realizamos o teste do protótipo com sua imersão na água, não obtendo o êxito em seu funcionamento. A corrente das baterias utilizadas não foi suficiente para acionar o motor e a vedação não foi suficiente, provocando a entrada de água dentro do protótipo. Além disso, ao retirarmos da água, percebemos que a cola quente começou a soltar-se fazendo com que o recipiente abrisse.

3.5 Segundo protótipo

Diante dos insucessos no protótipo anterior, foram necessárias diversas alterações.

A primeira alteração foi a substituição da fonte simétrica na alimentação do amp-op para a utilização de uma fonte comum. Dessa forma, as saídas possíveis passam a ser a tensão de alimentação (5V ou 9V) ou 0V, facilitando seu funcionamento.

Retiramos o resistor de $1K\Omega$ da saída do amp-op, de modo a aumentar a corrente fornecida para o LED de saída ou o motor vibratório, uma vez que as correntes elétricas fornecidas pelas baterias utilizadas no protótipo eram muito pequenas.

Para o segundo protótipo, escolhemos utilizar apenas um LED como saída, em vez do motor, de modo a validar o funcionamento debaixo d'água de modo mais eficaz.

Também foi necessária a troca da cola utilizada para vedação do produto. Foi utilizada cola de silicone, que pode ser levada à água, ao contrário da cola quente. Nas Figuras a seguir, temos imagens do segundo protótipo.



Figura 2 – Imagem do circuito utilizado no segundo protótipo.

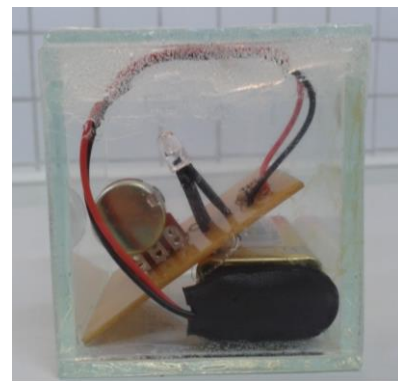


Figura 3 – Imagem do circuito do segundo protótipo e sua conexão com a bateria.

Nos testes dessa segunda versão, obtivemos o êxito esperado. Contudo, uma vez que não há mecanismo para desligar o circuito, o alcance foi diminuindo aos poucos em consequência do consumo da bateria. Foi preciso esperar cerca de 2hs para testá-lo na água, devido a secagem da cola. O uso da cola de silicone e a espera pela secagem total permitiram que não houvesse a entrada de água para o protótipo. Os testes do segundo protótipo podem ser visualizados nas Figuras 4 e 5.



Figura 4 – Imersão do protótipo na água.



Figura 5 – Na imagem, é possível perceber que o protótipo detecta um objeto mesmo estando imerso na água.

4 CONCLUSÃO

Com o fim deste projeto, foi possível perceber que a maioria dos objetivos traçados pode ser alcançada satisfatoriamente. Partindo de uma análise social, um problema foi definido e estudos foram aplicados de forma a serem obtidas as possibilidades de solução. Nesse percurso, os alunos envolvidos tiveram enorme contato com a experiência da pesquisa científica, adquirindo conhecimentos que envolvem diferentes tecnologias atuais e atrelando a elas novas percepções.

No entanto, são reconhecíveis os diversos aspectos a serem melhorados em pesquisas futuras. São eles:

- Construir uma relação entre a resistência limite do potenciômetro e a sua influência no circuito, particularmente na vibração do motor;
- Construção de uma embalagem mais compacta e adequada ao tamanho da placa de circuito, além de projetar um modo de permitir a troca da bateria de maneira simples e prática;
- Aumento do número de motores vibratórios, de forma a gerar melhor sinalização tátil;
- Aumentar o alcance dos sensores fotoelétricos;
- Criar um mecanismo para desligamento do produto, interrompendo o consumo contínuo da bateria;
- Realizar testes em piscinas, por parte dos pesquisadores e pessoas com deficiência visual; e

- Adaptar o funcionamento do dispositivo aos diferentes estilos de natação.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, A. P., Marques, E. S., Oliveira, M. L. A., Silva, E. F. Portadores de Necessidades Especiais: O Caso do Instituto de Educação e Reabilitação dos Cegos do Rio Grande do Norte. Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação, v. 5, n. 2, 2008, pp. 67-86.

ARDUINO. Arduino. Disponível em: <<http://www.arduino.cc>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2012.

BRASIL. Acessibilidade: brasileiros têm conquistas a comemorar, mas ainda existem desafios. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/12/6/acessibilidade-brasileiros-tem-conquistas-a-comemorar-mas-ainda-existem-desafios-1>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2012a.

BRASIL. Instituto recebe prêmio por criar sensor para deficiente visual. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/01/20/instituto-recebe-premio-por-criar-sensor-para-deficiente-visual>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2012b.

BRASIL. Serpro promove nesta terça (27) treinamento de programa de computador para cegos. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/09/27/serpro-promove-nesta-terca-27-treinamento-de-programa-de-computador-para-cegos>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2012c.

Brumer, A., Pavei, K., Mocelin, D. G. Saindo da “Escuridão”: Perspectivas da Inclusão Social, Econômica, Cultural e Política dos Portadores de Deficiência Visual em Porto Alegre. Revista Sociologias, ano 6, n. 11, 2004, pp. 300-327.

Costa, C. Projetos de Circuitos Digitais com FPGA. Editora Érica, São Paulo/SP, 2009.

INDESP. Desporto Adaptado no Brasil: origem, institucionalização e atualidade. Brasília, 1998, pp. 11-140.

Pereira, M. C. Sistema de Substituição Sensorial para Auxílio a Deficientes Visuais Via Técnicas de Processamento de Imagens e Estimulação Cutânea. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

Silva, R. F. L., Ramirez, A. R. G. Bengala longa eletrônica: Uma proposta de equipamento de tecnologia assistiva para deficientes visuais. 5º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Bauru/SP, 2009.

Tsutsumi, O., Cruz, V. S., Chiarello, B., Belasco Junior, D., Alouche, S. R. Os Benefícios da Natação Adaptada em Indivíduos com Lesões Neurológicas. Revista Neurociências. v. 12, n. 2, 2004.

Vahid, F. Sistemas Digitais: Projeto, Otimização e HDLs. Bookman, Porto Alegre/RS, 2007.

Wagner, F. R., Reis, A. I., Ribas, R. P. Fundamentos de Circuitos Digitais. Bookman, Porto Alegre/RS, 2008.