

ARGOS – Auxílio à locomoção de deficientes visuais a partir de pulseira microcontrolada

José de Sousa Ribeiro Filho¹, Rodrigo Vieira Cavalcante¹, Alessandra Natasha¹,
Rejane de Barros¹

¹ACET – Centro Universitário do Pará (CESUPA)
Belém – PA – Brasil

{jose.sousa.filho,rodrigo.vcavalcante, alessandra.natasha}@gmail.com,
barros.rejane@yahoo.com.br

Abstract. *Argos project was developed with objective of helping visually impaired locomotion through microcontrolled bracelet, developing assistive technology based on studies of diverse subjects as: the microcontroller programming, basic electronics, digital circuits, the use of sensors to automation of systems and theories of orientation and mobility to visually impaired. The project also aims to provide greater security to the visually impaired to the extent that such a device is able to warn its wearer of obstacles above the waist line.*

Resumo. *Projeto ARGOS foi desenvolvido com o objetivo de auxiliar à locomoção de deficientes visuais a partir de pulseira microcontrolada, desenvolvendo tecnologia assistiva baseada em estudos de assuntos diversos como: a programação de microcontroladores, o estudo de eletrônica básica, circuitos digitais, o uso de sensores para automação de sistemas e teorias de orientação e mobilidade de deficientes visuais. O projeto visa ainda proporcionar maior segurança a deficientes visuais à medida que tal dispositivo é capaz de alertar seu portador da existência de obstáculos acima da linha da cintura.*

1. Introdução

A necessidade de uso de bengalas por pessoas deficientes visuais é uma realidade, sobretudo pela possibilidade destas proporcionarem noção de espaço em ambientes diversos, principalmente no acompanhamento de desníveis do piso por onde o usuário percorre. Entretanto, mesmo a bengala branca, como é chamada a bengala comum, apresenta um problema grave que torna seu uso perigoso em ambientes urbanos. Tal problema é a não detecção de obstáculos altos, acima da linha da cintura do usuário (como placas, orelhões, caminhões, etc...).

Dessa forma o usuário, acaba identificando estes obstáculos, no choque com os mesmos, gerando um grande perigo a sua integridade física, e assim a sensação de insegurança em atividades como uma simples caminhada, conforme mostrado na Figura 1.

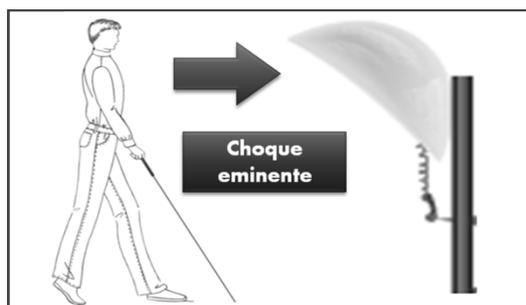


Figura 1. Usuário de bengala sem o dispositivo ARGOS [Filho 2010]

Tendo como foco resolver tal problema, foi desenvolvido o dispositivo ARGOS, que a partir da medição e localização de obstáculos presentes a variadas alturas à frente do usuário deficiente visual, tem como função trabalhar em conjunto com a bengala branca a fim de proporcionar proteção ao portador, alertando ao mesmo da existência de obstáculos a partir de um sinalizador.

2. Tecnologia Assistiva

Pode ser entendida como Tecnologia Assistiva, "uma ampla gama de equipamentos, serviços, estratégias e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências" [Cook e Hussey 1995]. De modo geral pode-se simplificar esse termo como a tecnologia que tem por função principal beneficiar pessoas com deficiência, sendo tais tecnologias desenvolvidas com o intuito de ampliar ou melhorar as habilidades dessas pessoas, a fim de lhes proporcionar melhor qualidade de vida.

Ao se falar em Tecnologia Assistiva para Deficientes Visuais o conceito não muda, porém o que se deve levar em conta é que agora o foco se fecha no perfil de usuário, ou seja, o indivíduo com cegueira ou visão subnormal (baixa visão), dessa forma tem-se nos avanços tecnológicos uma tentativa de substituir, a altura, um dos principais sentidos do homem, que é a visão.

O desenvolvimento de Tecnologias Assistivas para cegos é ainda importante pelo fato do indivíduo com cegueira ou baixa visão apresentar uma limitação relevante em atividades que para pessoas com visão normal são consideradas simples como: consultar as horas, usar calculadora, verificar a temperatura do corpo, saber se as luzes estão acesas ou apagadas, cozinhar, identificar cores, escrever, exercer mobilidade segura, entre outras [Bersch 2008]. Então o desenvolvimento do próprio Braille [Rex 1995], ou eletrônicos com botões em Braille, ou dispositivos para uma locomoção segura de pessoas deficientes visuais (que é o foco desse artigo), estão se tornando importantes para a sociedade por causa do impacto positivo produzido na vida dessa parcela de cidadãos [Martini 2008].

Dispositivos existentes desenvolvidos para fazer a orientação de pessoas deficientes visuais utilizam tecnologias semelhantes às que serão descritas neste artigo, porém, pelas suas estruturas, acabam sendo dispositivos que deixam a desejar em diversos pontos. A pesquisa em bancos de patente do INPI (nacional) e da European Patent Office (internacional) retornam dispositivos como: MU 8601042-5 U2 uma bengala eletrônica [Cinelli 2006], MU 8502919-0 U Sistema de sensores instalados em semáforos para auxílio de deficientes visuais a partir de sinal vibratório [Mahoney

2009], WO 2010/142689 A2 Um dispositivo de detecção de objetos que utiliza uma câmera filmadora e alerta o usuário através do tato [O'Callaghan 2009], WO 2010 / 145013 A1 Sistema de alerta para usuários com deficiência visual baseado em sensores usados em colar [Oliveira 2005].

Os dispositivos listados acima possuem características que prejudicam a sensibilidade do usuário em compreender o ambiente a sua volta, tais características estão ligadas aos seguintes pontos:

- Produção de impactos gerados na forma como o usuário manipula a bengala;
- Aumento considerável do peso da bengala;
- O dispositivo fica vulnerável a choques mecânicos;
- Substituição total da bengala pelo dispositivo;
- Proporcionar distração ao usuário por causa dos diversos sinais alerta.

3. Metodologia

De forma a cumprir com os objetivos do projeto, foi desenvolvido o protótipo do dispositivo ARGOS, seguindo uma metodologia, na qual o dispositivo é baseado no estudo de teorias de Orientação e Mobilidade (OM) de deficientes visuais [Souza 2008], juntamente com a programação de microcontroladores em linguagem C [Pereira 2003], eletrônica básica e eletrônica digital [Alexander 2003].

O acompanhamento do desenvolvimento do dispositivo foi feito por um profissional de ensino da Disciplina de Orientação e Mobilidade do Instituto José Álvares de Azevedo - Belém-PA que através de conversas e troca de idéias repassou informações necessárias de como é a vida de uma pessoa deficiente visual nas grandes cidades e do que esse grupo de pessoas precisa para ser melhor acolhido pelos centros urbanos.

4. Dispositivo Argos

O dispositivo tem como partes principais de seus componentes: o sensor EZ1 (gera o campo ultrassônico que protege o usuário), microcontrolador 16F628A (que faz processamento do sinal gerado pelo sensor, a partir de um programa em linguagem C) e o vibrador 5V (gerador de sinal de alerta).

O dispositivo funciona preso ao pulso do usuário e ao ser ligado cria um campo ultrassônico na frente do mesmo. Dessa forma o dispositivo consegue coletar informações que são repassadas para o microcontrolador que, a partir do programa em C, avalia se o usuário deve receber algum sinal de alerta, e que tipo de sinal deve receber tendo como base a distância e a disposição do obstáculo no ambiente. Sendo que tal programa é capaz de tratar o sinal do sensor de duas formas diferentes: uma para longas distâncias (ambiente aberto) e outra para pequenas distâncias (ambiente fechado).

Vale ressaltar que a proposta defendida não busca fazer a substituição da bengala pelo protótipo desenvolvido no projeto, mas sim colocar o dispositivo como um elemento que venha somar com a proteção já existente da bengala, ou seja, enquanto a bengala localiza obstáculos abaixo da linha da cintura do usuário, o dispositivo localiza acima.

O posicionamento do dispositivo no corpo do usuário, juntamente com a área de proteção proporcionado pelo mesmo, pode melhor entendido a partir da visualização da Figura 2, que mostra o dispositivo desenvolvido instalado no pulso do usuário e o campo de proteção (ultrassom).

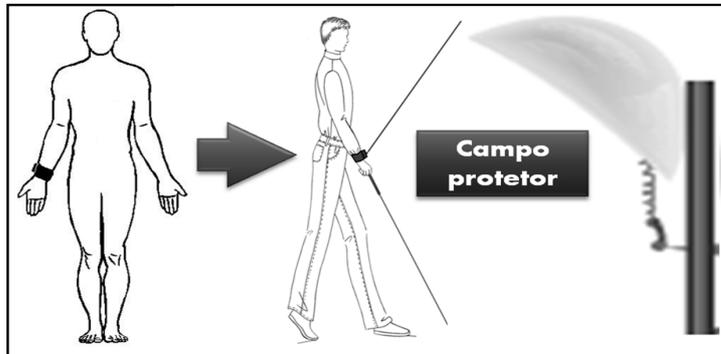


Figura 2. Usuário de bengala com o dispositivo ARGOS (ligado em canal 1) [Filho 2010]

4.1.Circuito do Dispositivo

O circuito do dispositivo é composto por três partes principais: o sensor de linha ultrassônico, o microcontrolador e o modulo sinalizador, sendo também formados por outros componentes eletrônicos que fazem a conexão necessária entre eles, conforme pode ser visto na Figura 3.



Figura 3. Circuito do dispositivo ARGOS [Filho 2010]

Os componentes eletrônicos, de maneira geral, utilizados nos circuitos são: um sensor EZ1, um PIC 16F628A, um motor vibrador de 5v, dois reguladores de tensão 7805, dois capacitores de 100nf, dois resistores de 10k ohm, dois resistores de 470 ohm, um resistor de 1M ohm, dois transistores BC548 e uma bateria 9v. Em termos de custo de desenvolvimento do projeto são esses componentes eletrônicos que apresentam maior valor de custo. A lista dos componentes anteriormente citada foi orçada em média

R\$ 163,75 no mercado local (Belém-PA), sendo que o único componente importado é o sensor EZ1 e seu valor já está incluso neste somatório.

Um ponto importante que deve ser destacado é quanto ao consumo de energia do dispositivo, pois, para os primeiros testes do dispositivo, foi utilizada uma bateria 9v alcalina que teve a duração de 27 dias com um uso diário médio de 1 hora por dia.

4.2. Modelagem x OM (Orientação e Mobilidade)

Educação de pessoas deficientes visuais envolve o estudo de diversas disciplinas especiais, uma delas é a de Orientação e Mobilidade (OM), que ensina ao indivíduo diversas estratégias e teorias na movimentação de seu corpo e da bengala possibilitando-o locomover-se com segurança em ambientes comuns do dia-a-dia [Brasil 2001].

Ao encontro desta proposta segue o uso um dispositivo que venha a oferecer proteção e auxílio ao usuário de bengala de forma que o mesmo tenha maior segurança e confiança em sua caminhada. À medida que o indivíduo não tem a preocupação (ou medo) de se chocar com anteparos aéreos, torna-se possível prestar mais atenção em outros pontos ou conceitos que envolvem sua locomoção como: esquema corporal, conceito corporal, imagem corporal, planos de corpo e suas partes, lateralidade e direcionalidade, posição e relação com o espaço, forma, medidas e ações, ambiente, topografia textura e temperatura [Souza 2008], tudo isso sem gerar impactos na forma como o seu procedimento de locomoção ocorre.

Através da análise dos impactos que um dispositivo ou acessório qualquer pode proporcionar a um usuário de bengala definiu-se que o dispositivo proposto fosse utilizado no pulso deste usuário (no braço em que o mesmo empunha a bengala), pois nessa região consegue-se ter, entre outros: uma boa angulação do sensor (à medida que o usuário faz o movimento de varredura com o braço), uma maior proteção do dispositivo (contra choques mecânicos), poucos impactos na forma como o usuário manipula a bengala, familiaridade do usuário com o dispositivo (por ser usado como uma pulseira), imagem do dispositivo no pulso do usuário a ser observada na Figura 4.

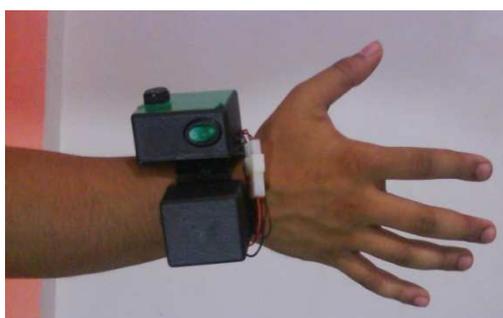
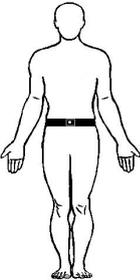
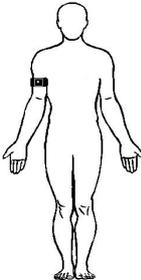
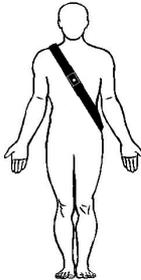


Figura 4. Visão do dispositivo desenvolvido pelo projeto [Filho 2010]

Em sua versão final o dispositivo deve alcançar o tamanho de um relógio de pulso, entretanto no estado atual, visto na Figura 4, o dispositivo já apresenta o peso equivalente a de um relógio de pulso.

O dispositivo também apresenta a possibilidade de ser utilizado em outras partes do corpo do usuário, porém o que poderá definir, como e onde, esse dispositivo pode ser utilizado pelo portador de deficiência visual será a atividade que estiver praticando. Na Tabela 1 são mostrados alguns dos modos como o dispositivo pode ser utilizado:

Tabela 1. Outras formas de se utilizar o dispositivo junto ao corpo do usuário

Posição cinto	Posição braçadeira	Posição peito
		
- ARGOS como cinto: o usuário pode utilizar o dispositivo em sua cintura, para atividades em ambientes fechados, como em sua própria casa.	- ARGOS braçadeira: o usuário pode utilizar o dispositivo em seu braço, para atividades em diversos, desde sua casa até ambientes externos.	- ARGOS faixa: o usuário pode utilizar o dispositivo na altura de seu peito através de uma faixa adaptada, ou preso na alça de sua mochila.

4.3. Algoritmo de Funcionamento geral

O ciclo de funcionamento do dispositivo ocorre de maneira cíclica e representa o melhor resultado obtido, como pode ser visto no Gráfico 1.

Inicialmente é feita a detecção de obstáculos pelo sensor, passando por todo o processo de validação (condicionais do programa) e execução (sinal ao usuário), chegando ao momento onde o usuário desvia de obstáculos, recomeçando novamente com outra medição (detecção). O Gráfico 1 apresenta um diagrama de blocos de todo o processo do funcionamento do ARGOS, nesse gráfico é possível observar, de maneira prática, a diferença entre os dois canais de funcionamento do aparelho:

Analisando o fluxograma, Gráfico 1, primeiramente tem-se o início com a alimentação do circuito, depois a medição de distância feita pelo sensor é enviada para o microcontrolador, é feita a verificação se tal distância oferece perigo. Caso, não haja perigo, o ciclo de medição inicia novamente; Se sim, havendo perigo, dependendo do canal que o dispositivo estiver ligado, a forma de alertar o usuário pode variar.

Caso seja o canal 1 o selecionado pelo usuário, o microcontrolador reage com medições de distância iguais ou inferiores a 1 metro, gerando um pulso alto e contínuo na porta do sinalizador (motor vibrador) e dessa forma o usuário fica informado de perigo, obstáculo a frente!

Já se o canal 2 for o selecionado o microcontrolador reage a medições de distância iguais ou menores que 2 metros gerando um sinal PWM (Pulse Width Modulation) de frequência variante na porta do sinalizador (vibrador) e dessa forma o usuário nota que quanto mais se aproxima de um obstáculo maior é a frequência do sinal alerta e quanto mais se distancia do obstáculo menos frequente o sinal alerta se torna, então a partir de qualquer um dos dois canais de funcionamento o usuário entende que existe algo que ele deve desviar naquela direção e assim o mesmo não necessita de um contato físico com o obstáculo aéreo, conseguindo desviar.

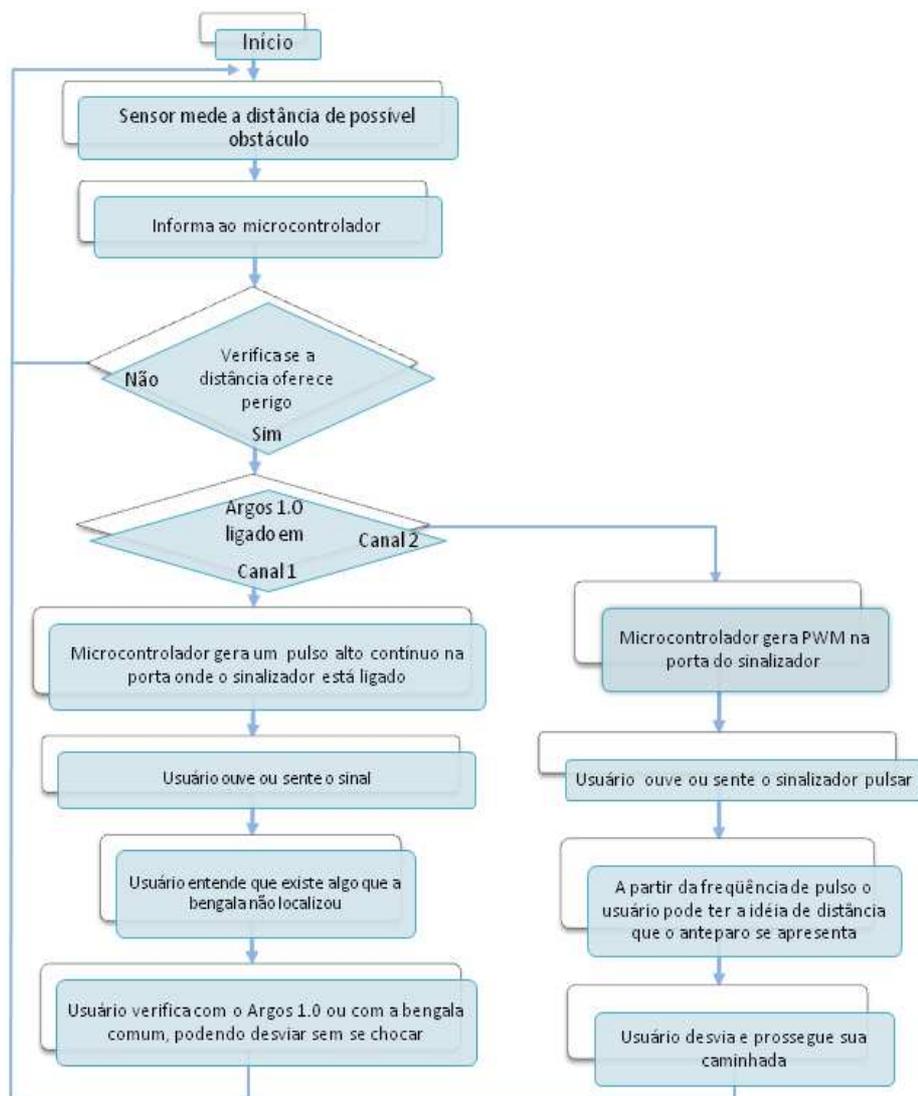


Gráfico 1. Diagrama de blocos que mostra o passo a passo de como o dispositivo é utilizado pelo usuário. [Filho 2010]

É necessário destacar que o canal 1 de funcionamento do dispositivo foi desenvolvido para ambientes onde não se tem muito espaço e dessa forma o dispositivo reage (gera sinal) a partir de obstáculos com aproximadamente 1 metro ou menos de distância da pulseira, ou seja, sendo ideal para caminhadas em calçadas e multidões, conforme mostrado na Figura 2. Já o canal 2 foi desenvolvido para ambientes mais amplos, pois o dispositivo reage a obstáculos com 2 metros ou menos de distância da pulseira, sendo ideal para que o usuário crie em sua mente uma noção do espaço e disposição dos objetos a sua volta, Figura 5. Nesse canal o dispositivo pode ser usado sem a bengala, pois a intenção é deixar o usuário apontar o ultrassom e sentir (a partir do sinal vibratório) se ele localiza um sinal referente a um obstáculo perto ou longe, criando, com o tempo de uso, a noção de distância a partir da frequência de pulso.

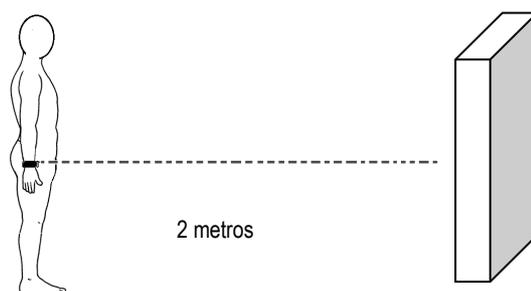


Figura 5. Alcance do dispositivo ARGOS ligado no canal 2 [Filho 2010]

5. Resultados e discussões

Os estudos de Orientação e Mobilidade se mostraram uma ótima base de conhecimento teórico, proporcionando um melhor entendimento do “mundo” dos deficientes visuais para o projeto e dessa forma uma melhor modelagem para o dispositivo, desde sua adaptação ao pulso do usuário até o melhoramento do programa embarcado no microcontrolador.

As principais partes que compõem o dispositivo desenvolvido pelo projeto, o microcontrolador PIC 16F628A, o sensor ultrasônico EZ1 e o sinalizador, atenderam de maneira eficiente ao requisito de processamento necessário para o projeto ARGOS alcançar seu objetivo, cada um em uma área específica.

O sensor, por medir distâncias a cada 50 milissegundos e ser direcional consegue transmitir informações sem atraso se comparado com o movimento do braço do usuário no momento da movimentação da bengala.

O microcontrolador, por apresentar a capacidade de processamento de dados, clock, suficiente para a interface com o sensor juntamente com o programa embarcado que o possibilita executar as funções necessárias para cumprir os requisitos necessários do sistema.

O sinalizador (vibrador), por proporcionar que mesmo pessoas que possuam deficiência visual e auditiva (juntas) possam usar o dispositivo, pois a comunicação “dispositivo x usuário” é através do tato.

O uso do dispositivo ARGOS como pulseira se mostrou a melhor forma de não impactar o modo como o usuário de bengala manipula a mesma, sendo que ao levar em conta o peso do dispositivo desenvolvido, o mesmo pode ser comparado ao de um relógio e, dessa forma, não tornando-se carga extra ou algo estranho para o seu portador.

6. Conclusão

Para se desenvolver um dispositivo que venha realmente trazer benefícios à locomoção de pessoas deficientes visuais é necessário que seja levado em consideração e trabalhado, como base teórica relevante, os conhecimentos educacionais fundamentais de uma pessoa com deficiência visual, a fim de se compreender detalhes desse universo. Neste sentido o estudo de teorias de OM (Orientação e Mobilidade) contribuíram de forma a permitir o desenvolvimento de um dispositivo que não venha impactar, de maneira negativa, no modo com o indivíduo manipula a bengala em suas atividades.

A tecnologia empregada no desenvolvimento do ARGOS mostrou-se capaz de cumprir em teoria o objetivo do projeto. Neste sentido deve-se testar todos os requisitos de segurança necessários para que o usuário final possa usufruir de tal tecnologia de maneira confortável.

A criação do dispositivo ARGOS se baseou em uma real necessidade que os deficientes visuais apresentam ao locomoverem-se por grandes centros urbanos, a não detecção de obstáculos altos. Dessa forma, detalhes importantes que envolvem o desenvolvimento do dispositivo como: a disposição do dispositivo no corpo do usuário, o tipo de alerta recebido pelo usuário, o algoritmo do programa embarcado no microcontrolador e o tipo de sensor utilizado foram adaptados de maneira adequada para resolver o contexto do problema.

7. Referências

- Alexander, Charles k e Sadiku, Matthew N. O. (2003) “Fundamentos de Circuitos Elétricos” – Porto Alegre.
- Bersch, Rita (2008) “Introdução à Tecnologia Assistiva” - CEDI - Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil, Porto Alegre.
- BRASIL (2001) “Programa de Capacitação de Recursos Humanos do Ensino Fundamental –Deficiência Visual. Série Atualidades Pedagógicas”, vol. 3. Brasília: MEC / SEESP.
- Cinelli, Millton Jose, 2006, “Bengala Eletrônica”, Disponível em <<http://pesquisa.inpi.gov.br/MarcaPatente/servlet/PatenteServletController?Action=detail&CodPedido=703081&PesquisaPorTitulo=&PesquisaPorResumo=&PesquisaPorDepositante=&PesquisaPorInventor=&PesquisaPorProcurador=>>, Acessado em: 23/03/2011.
- Cook, Albert M.; Hussey, Susan M. (1995) “Assistive Technologies: Principles and Practice”, Mosby-Year Book. Missouri, EUA.
- David, José de Souza e Nicolás, César Lavinia (2003) “Conectando o PIC : explorando recursos avançados / Módulo Engenharia”.
- Filho, José de Sousa Ribeiro (2010) “Argos auxílio a locomoção de deficientes visuais a partir de pulseira microcontrolada”. Saber Computação. Edição 2.
- Martini, Renato da Silveira (2008) “Tecnologia e Cidadania digital: ensaio sobre tecnologia, sociedade e segurança”, Rio de Janeiro.
- Mahoney, Adrew, 2009, “Sistema e método para alertar usuários com deficiência visual da existencia de objetos próximos” Disponível em <http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&adjacent=true&locale=en_T1&FT=D&date=20101223&CC=WO&NR=2010145013A1&KC=A1>, Acessado em: 22/03/2011.
- Oliveira, Dalvo Augusto de, 2005, “Disposição construtiva aplicada em aparelho de alerta por vibração para deficientes visuais”, Disponível em <<http://pesquisa.inpi.gov.br/MarcaPatente/servlet/PatenteServletController?Action=detail&CodPedido=690434&PesquisaPorTitulo=&PesquisaPorResumo=&PesquisaPor>

Depositante=&PesquisaPorInventor=&PesquisaPorProcurador= >, Acessado em: 23/03/2011.

O'Callaghan, Kieran, 2009, “Um dispositivo de detecção de objetos” Disponível em < http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&adjacent=true&locale=en_T1&FT=D&date=20101216&CC=WO&NR=2010142689A2&KC=A2 >, Acessado em: 22/03/2011.

Pereira, Fábio (2003) “Microcontroladores PIC: Programação em C”. 7ª Edição.

Rex, Evelyn J.[et al] (1995) “Foundations of Braille Literacy” – New York .

Souza, Olga (2008) “Itinerários da inclusão escolar: múltiplos olhares, saberes e práticas”.