

USO DE ROBÓTICA ASSISTIVA NO AUXÍLIO DE PESSOAS COM DEFICIÊNCIAS VISUAIS

José FILHO (1); Felype VASCONCELOS (2); Anderson MOREIRA (3)

Instituto Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luiz Freire, 500, Cidade Universitária – Recife – PE, e-mail: (1) jcbpf@dase.recife.ifpe.edu.br, (2) fnov@dase.recife.ifpe.edu.br, (3) anderson.moreira@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

As limitações impostas por deficiências físicas têm ganhado importantes reforços da tecnologia no sentido da inclusão social. A chamada tecnologia inclusiva tem avançado e vem permitindo a deficientes físicos, visuais e locomotores novas formas de aprendizado, que garantem mais possibilidades para se inserirem na sociedade. Para os cegos as inovações vão desde livros digitais, GPS com voz, leitores de telas em celulares, bengalas eletrônicas, óculos para ver TV e computador portátil em Braille. Os deficientes auditivos podem contar com softwares para auxiliar no aprendizado da frequência fundamental da fala e os deficientes físicos até equipamentos complexos como cadeiras elétricas motorizadas e a recém lançada mundialmente a máquina de andar. Embora, nem todas as tecnologias estejam disponíveis para grande parte da população, as inovações concentram-se nos centros de pesquisa e órgão particulares. A informática e suas vertentes, entre elas a robótica assistiva, tem sido o principal eixo em que as inovações da tecnologia inclusiva tem se baseado. O presente artigo apresenta o trabalho desenvolvido no Instituto Federal de Pernambuco de criação de um sistema para auxiliar pessoas com deficiências no reconhecimento de luminosidade e intensidade de temperatura. Para isso utilizou como base sensores disponíveis em um Lego NXT e a placa de *hardware* aberto Arduino.

Palavras-chave: robótica, tecnologia inclusiva, robótica assistiva.

1. INTRODUÇÃO

A palavra robô que em inglês escreve-se *robot* deriva do checo e significa trabalho forçado. O termo, com a atual interpretação, foi inventado pelo escritor checoslovaco Karel Capek – CAPEK (2010) na década de 20 e apresentada numa peça intitulada "RUR" (Robôs Universais de Rossum). Na peça existiam seres artificiais com a aparência humana que eram controlados por seu professor e eram utilizados para executar trabalhos forçados. Esses seres recebiam o nome de robôs, em tcheco "ROBOTA".

A robótica atualmente engloba áreas do conhecimento como mecânica, eletrônica e computação para formar sistemas compostos por mecanismos ligados a circuitos elétricos controlados por uma unidade de controle, que dependendo da leitura do ambiente executa uma determinada tarefa pré-definida em seu programa.

Com o domínio da tecnologia da robótica, o homem passou a utilizá-la em trabalhos que antes apresentavam algumas dificuldades de serem executadas, essas dificuldades eram encontradas na indústria, fábrica, medicina, comércio e nas residências. O emprego da robótica nas atividades visa a melhoria na produtividade, redução de custos, melhor acabamento e possibilita melhoria de vida para as pessoas.

Um dos ramos da robótica que visa a melhoria de vida é a robótica assistiva que tem o objetivo de proporcionar meios que possam diminuir as dificuldades e ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência física e conseqüentemente promover uma vida independente e de inclusão. A empregabilidade desse ramo está presente em situações onde haja necessidade de comunicação alternativa; adaptações de acesso ao computador; equipamentos de auxílio para visão e audição; adaptação de jogos e brincadeiras; adaptações da postura e mobilidade; próteses e a integração dessa tecnologia nos diferentes ambientes como a casa, a escola, a comunidade e o local de trabalho.

O objetivo deste trabalho é criar a base para projetos de robótica assistiva através da utilização de equipamentos de baixo custo. Nesse caso um sistema de hardware livre como a Arduino e sensores de controles auxiliam no processo. Além de verificar o impacto da utilização deste método em ferramentas implementadas no próprio Instituto. Assim, podem-se elaborar sensores com baixo custo e o desenvolvimento de sistemas mais acessíveis. Foi utilizado um estudo de caso para verificação da aplicação

da técnica aqui explícita. O projeto da luva de reconhecimento de luminosidade e temperatura, que auxilia pessoas com deficiências visuais na economia de energia e reconhecimento de temperatura.

Este documento está estruturado nos seguintes tópicos: na Seção 2 são explorados os principais trabalhos publicados que possuem relação com o assunto tratado neste documento e o embasamento teórico que permitiu a captura de conhecimento necessário para a realização desse trabalho; na Seção 3 é demonstrada a metodologia utilizada onde é abordado o produto originado a partir da aplicabilidade da idéia gerada e sugerida por este trabalho; na Seção 4 é apresentada a luva; na Seção 5 são expostas as conclusões e os projetos futuros que poderão ser criados.

2. ESTADO DA ARTE

O país teve, em 2006, 404.000 pessoas envolvidas em acidentes não fatais, destes trinta por cento perderam parte da locomoção, movimentos ou acessibilidade, acidentes na terceira idade são eventos frequentes e geralmente acabam tendo como conseqüências, danos físicos irrecuperáveis e até a morte. A pessoa portadora de deficiência e segundo o Decreto Federal nº 914/93, "aquela pessoa que apresenta, em caráter permanente, perdas ou anomalias de sua estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica, que gerem incapacidade para o desempenho de atividades, dentro do padrão considerado normal para o ser humano". Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE):

- No país encontramos uma população de mais de 24,5 milhões de brasileiros portadores de algum tipo de deficiência;
- Dentre os deficientes visuais, 159.824 responderam que são incapazes de enxergar;
- Dentre os deficientes auditivos, 176.067 responderam que são incapazes de ouvir;
- Somando o número de deficientes físicos com o dos motores, temos um total de 6,59 milhões de brasileiros com dificuldades físicas;
- A cada 100 brasileiros, no mínimo 14 apresentam alguma limitação física ou sensorial.

O domínio de técnicas de robótica auxilia no desenvolvimento de sistemas mais aprimorados, a presente proposta de trabalho mostra como a criação de uma base de engenharia, envolvendo tanto software e hardware, em robótica pode ser útil para criação de futuros projetos de tecnologia assistiva.

A Multinacional Honda – HONDA (2009), famosa por sua investida na área de robótica criou um aparelho mais acessível e com a tecnologia assistiva para auxiliar a pessoas com dificuldade de locomoção para andar e subir escada. Essa se mostrou muito eficiente para quem tem problemas nas articulações, joelhos, ossos em geral.

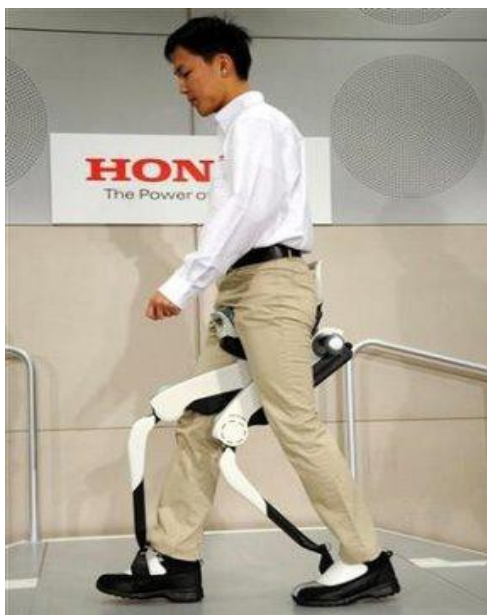


Figura 1: Demonstração do exo-esqueleto da Honda que ajuda pessoas com problemas de locomoção.

Fonte: HONDA (2009)

O Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) vem nos últimos anos se dedicando à criação de um sistema de computação destinado a atender aos deficientes visuais. O sistema operacional DOSVOX, de acordo com DOSVOX (2008) permite que pessoas cegas utilizem um microcomputador comum (PC) para desempenhar uma série de tarefas, adquirindo assim um nível alto de independência no estudo e no trabalho.

O DOSVOX vem se desenvolvendo desde 1993 e muitos aspectos humanos, técnicos e políticos estiveram envolvidos na sua criação e disseminação. Na medida em que o tempo foi passando, notou-se que os usuários precisariam ter um suporte melhor. Assim, com uma pequena verba da UFRJ, e com o apoio logístico do Núcleo de Computação Eletrônica, foi montado um centro de atendimento no NCE que foi denominado CAEC - Centro de Apoio Educacional ao Cego - que se tornou um pólo de disseminação de tecnologias de computação para cegos, oferecendo não apenas o suporte aos usuários DOSVOX, mas a todas as pessoas deficientes visuais que precisam de apoio.

Outro projeto é o Orca, demonstrado em ORCA (2009) que segundo o Projeto GNU (2007), trata-se de um software livre sob a licença LGPL, permitindo a sua distribuição e modificação, garantindo sua evolução e melhoria de desempenho por parte de desenvolvedores. É uma ajuda bastante eficiente para os deficientes visuais, sendo enquadrada a categoria de leitores de tela. Ele trata as respostas do computador, enviando as mesmas através de sons para os usuários, aumentando a usabilidade, principalmente para os deficientes visuais. Grosso modo, um leitor de tela (no caso o Orca) lê para o usuário o que está na tela. Os deficientes visuais podem navegar pela internet utilizando um programa de leitura de tela. Estes programas vão passando por textos e imagens, e sintetizando a fala humana.

Este leitor de tela foi desenvolvido para trabalhar com inúmeros tipos de aplicações. Estas aplicações incluem toda a suíte de aplicações ambiente gráfico Gnome, a suíte OpenOffice, Firefox, e a plataforma Java. Como é um conjunto de aplicações diferentes em suas funções, algumas têm melhor interpretação pelo Orca do que outras. Por isso o mesmo está em constante desenvolvimento.

Fazendo a leitura em português do Brasil, o Orca já garante de fato a compreensão dos eventos que acontecem no computador, facilitando a interação e comunicação do usuário deficiente visual com o computador através de nosso idioma, dando este controle e conhecimento do que se tem na tela.

2.1 Fundamentação Teórica

Um robô é um dispositivo, ou grupo de dispositivos, eletromecânicos ou biomecânicos capazes de realizar trabalhos de maneira autônoma, pré-programada, ou através de controle humano. Os robôs são comumente utilizados na realização de tarefas em locais mal iluminados, ou na realização de tarefas sujas ou perigosas para os seres humanos. Os robôs industriais utilizados nas linhas de produção são a forma mais comum de robôs, porém esta situação está mudando recentemente devido à popularização dos robôs comerciais limpadores de pisos e cortadores de gramas. Outras aplicações incluem o tratamento de lixo tóxico, exploração subaquática e espacial, cirurgias, mineração, busca e resgate, e localização de minas terrestres, inclusão digital e aparecem também nas áreas do entretenimento e tarefas caseiras, ver Figura 2.

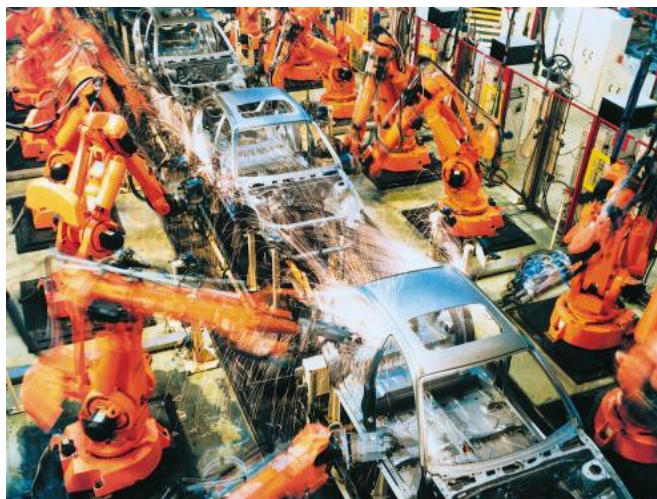


Figura 2: Linha de montagem automatizada por braços robóticos. Fonte: HONDA (2009).

Na robótica um dispositivo muito utilizado é o sensor (FRANK e LEWIS, 2004). Este dispositivo detecta um estímulo físico (calor, luz, som, pressão, campo magnético, movimento) e transmite um impulso (mensurável ou operante) correspondente. Alguns sensores respondem com sinal elétrico a um estímulo, isto é, convertem a energia recebida em um sinal elétrico. Nesse caso, podem ser chamados de transdutores. O transdutor converte um tipo de energia em outro. De acordo com SAHIN e KACHROO (2006) o transdutor é geralmente composto por um elemento sensor e uma parte que converte a energia proveniente dele em sinal elétrico. O conjunto formado por um transdutor, um condicionador de sinal (amplificador) e um indicador é chamado de sistema de medição. Quando o sinal é disponibilizado não por um indicador, mas na forma de corrente ou tensão já condicionado - (4 a 20) mA ou (0 a 5) V, geralmente - o dispositivo é chamado de transmissor.

Tecnologias assistivas ainda é um termo novo, utilizado para identificar todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida. É também definida como uma ampla gama de equipamentos, serviços e práticas concebidas e aplicadas para minorar os problemas encontrados pelos indivíduos com deficiências, COOK (1995). Essas tecnologias se compõem de recursos e serviços onde os recursos são todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sobre medida utilizada para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiências e podem variar de uma simples bengala a um complexo sistema computadorizado. Estão incluídos brinquedos adaptados, computadores, *software* e *hardware* especiais, que contemplam as questões de acessibilidade, dispositivos para adequação da postura sentada, recursos para mobilidade manual e elétrica, equipamentos de comunicação alternativa, chaves e acionadores especiais ou aparelhos de escuta assistida através da robótica, ALVES (2009) e JÖRGWALTER (1998).

Para isto acontecer, é preciso também uma linguagem de programação mais específica do que as utilizadas para o desenvolvimento dos softwares. Essas linguagens são chamadas de baixo nível, pois trata-se de uma linguagem que compreende as características da arquitetura do computador. Assim, utiliza somente instruções do processador, para isso é necessário conhecer os registradores da máquina e suas instruções de códigos.

3. METODOLOGIA

Inicia-se o estudo no desenvolvimento da plataforma de controle com o controlador da Lego o *brink* (núcleo), que é uma componente do *Mindstorms NXT*, LEGO (2010). O objetivo era substituir o *brink* por uma placa de controle intitulada Arduino, descrita em ARDUINO (2009), ou seja, com o acoplamento dos sensores e atuadores na placa, faria com que ele pudesse atuar no ambiente através da coleta de dados respectivos ao estado atual do ambiente lido pelos sensores.

A principal barreira de utilização é que a placa da Arduino tem um microcontrolador AVR atmel Atmega 168 com alguns recursos indisponíveis, como algumas interrupções internas que não são acessíveis ao desenvolvedor, isso causa um sério problema para conseguir desenvolver uma plataforma genérica capaz de controlar o maior número de dispositivos possíveis. Com o objetivo de possuir uma placa de controle onde o uso dos recursos do processador não fosse limitado, desenvolver uma própria placa de controle é a opção mais viável e mais barata, já que este é um dos objetivos do projeto.

3.1 Desenvolvimento da placa de circuito

Com um microcontrolador 8051 atmel at89S52 o desenvolvimento da placa será descrito a seguir.

Para o processo de desenvolvimento das placas utiliza-se o software de desenvolvimento e simulação de circuitos chamado Proteus [PROTEUS (2009)]. Este software acompanha todas as etapas de confecção de placas desde a montagem do esquema do circuito até a preparação do *layout* final da placa. O circuito desenvolvido para placa de controle é representado na Figura 3:

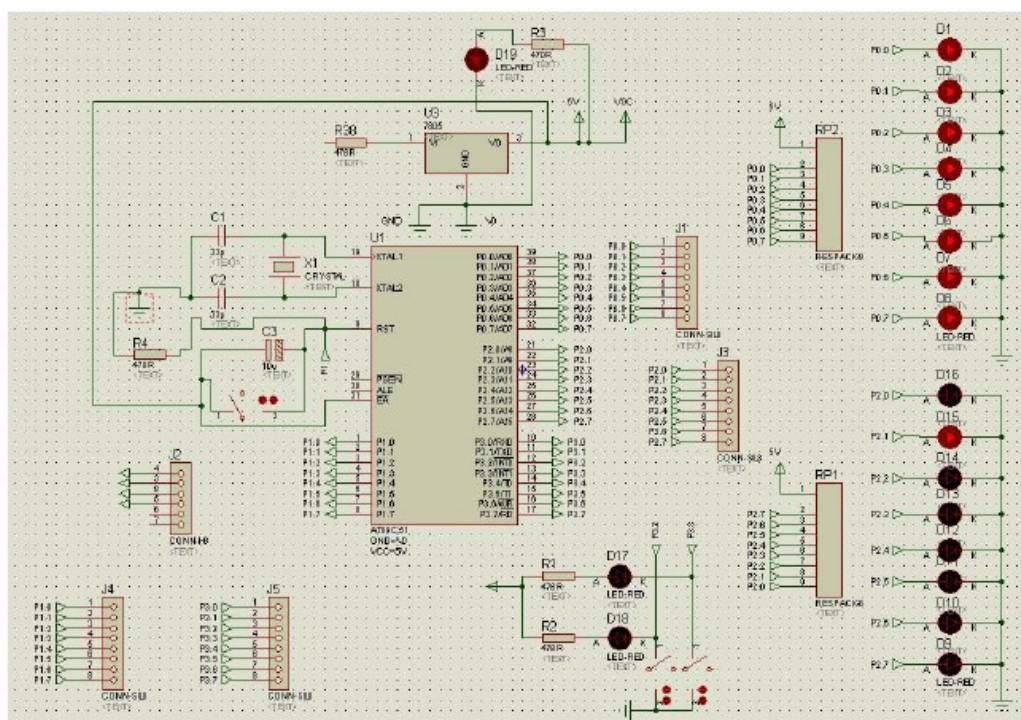


Figura 3: Imagem do circuito simulado e gerado do controlador pelo software Proteus

Depois que o *layout* da placa ficou pronto esta passa por um processo de galvanoplastia que consiste na transferência de íons a partir de um metal imerso em um substrato para outra superfície (metálica ou não), através da eletrólise. Utilizamos para a galvanoplastia ácido sulfúrico hidratado, água destilada, material de proteção, vasilha plástica, fonte de alimentação, pistola de cola quente e barra de estanho.

Inicialmente produzimos o substrato onde a placa que vai sofrer a deposição ficou submersa. Para a produção do substrato foi colocada água destilada em uma vasilha plástica e paulatinamente adicionada a solução de bateria (ácido sulfúrico) mexendo com uma haste plástica. Diluí-se uma parte de solução de bateria para vinte de água. Todos esses passos foram feitos usando material de proteção (luvas e máscara). Logo em seguida coloca-se solda em um pedaço de fio para conectar a fonte de alimentação e deve-se cobrir esta parte com borracha de silicone para que o ácido não atacasse o fio de cobre, esse procedimento obedece aos procedimentos de PY2BBS (2009).

3.2 Protótipo desenvolvido

Para o protótipo, deve ser utilizado um pedaço de fio de cobre qualquer e deve-se fazer uma espiral igual a barrinha de estanho e que tenha mais ou menos a mesma área. Esse serve como metal de sacrifício pois não é fácil a obtenção de sulfato de estanho. Em seguida, mergulham-se as espiras de estanho e de cobre na solução e conecta-se a barrinha de estanho ao positivo da fonte e o negativo no eletrodo de sacrifício. Este processo foi realizado em lugar arejado pois ocorre a liberação de hidrogênio e oxigênio em grandes quantidades.

Após esse processo deixa-se a solução ferver por trinta minutos e durante esse intervalo esta ficará esbranquiçada, pois é justamente o aparecimento do sal, ocorrendo a deposição de estanho do fio de cobre.

Com o substrato pronto, tira-se a gordura sem encostar na área do cobre e solda-se um pedaço de fio nela limpando tudo com esponja de aço para tirar qualquer sinal de oxidação. Conecta-se a placa no negativo da fonte e mergulha-se na solução, ligando a fonte com a corrente em torno de três a seis amper com a mesma voltagem. Após a soldagem dos componentes o desenvolvimento da placa de controle está concluído, pode ser visto o resultado conforme Figura 4.

A linguagem C para a programação do controlador é o que foi usado seguindo a sugestão de SÁ (2005) e é uma boa escolha pela facilidade no código e a abstração de instruções especiais que seriam repetidas várias

vezes em uma linguagem de baixo nível, como seria no *Assembly* [HYDE (2003)]. Alguns testes de programação foram feitos com as funções *delay*, posição, cinemática direta e inversa que são muito usadas em circuitos embarcados e obteve um bom controle de equipamentos a partir destas funções depois de gravadas no microcontrolador a partir da placa de controle desenvolvida.

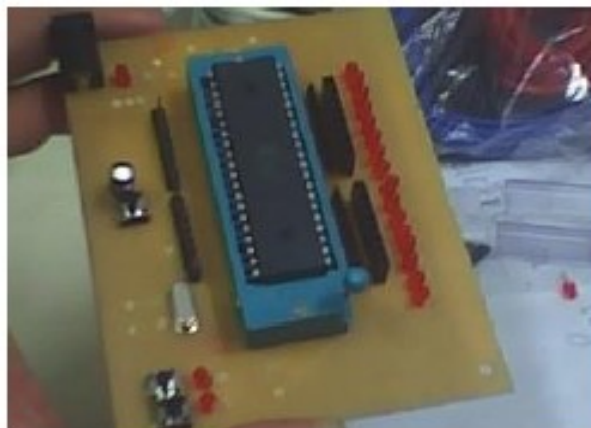


Figura 4: Foto do primeiro protótipo do controlador universal

4. DESENVOLVIMENTO DA LUVA

Para melhoria da qualidade de vida de deficientes visuais propomos a construção de uma luva com sensores térmicos que é estimulada com o aumento da temperatura, fazendo com que o deficiente visual não exponha sua pele a mudanças drásticas da mesma, como por exemplo, ao tirar uma panela do fogo, onde ele deveria se preocupar com as partes muito quentes do metal.

Esse desenvolvimento não foi por acaso, já que o IFPE possui um Núcleo de Atendimento aos Alunos com Necessidades Educacionais Especiais (NAPNE) e o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem esse público específico criaria uma melhoria no seu padrão de vida.

Para desenvolvimento da luva usamos o transdutor LM35 vai enviar um sinal analógico que varia proporcionalmente com a temperatura. Para que o microcontrolador 8051 com referência at89s52 possa entender este sinal é necessário usar um conversor analógico-digital, que é o 8080 para interpretação do mesmo. Após o recebimento do sinal, já digital, o controlador aciona ou não o atuador.

Para a construção do protótipo é necessário uma luva de tecido e vários sensores distribuídos uniformemente simulando as células sensitivas da pele. Estes sensores foram ligados a uma *protoboard* com resistores para a proteção da placa controladora, onde é processado o sinal enviado, acionando o atuador que vibra mais intensamente com o aumento da temperatura. Uma visão geral pode ser vista na Figura 5.

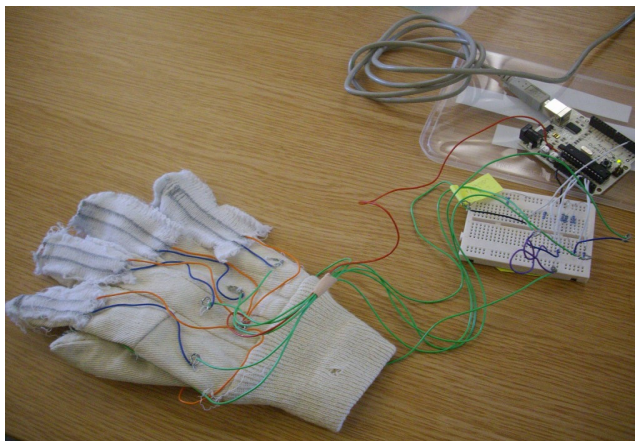


Figura 5: Protótipo da Luva Sensorial

5. CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este estudo foi de vital importância para mensurar-se quanto e o que era necessário para a construção de um controlador genérico, que para o caso proposto poderia ser utilizado em aplicações para tecnologia assistiva, assim como o controlador NXT da Lego, entretanto, o preço de mercado como visto na Tabela 1 é muito superior do que o que foi preciso para a confecção da placa, que ficou com o valor médio de R\$ 530,00.

O que inviabiliza projetos de tecnologia assistiva no Brasil é o alto preço dos componentes já que grande parte deles tem de importar e conseqüentemente pagar taxas de juros, elevando muito o preço do produto final. O objetivo do trabalho foi alcançado, já que a base para projetos deste tipo foi criada e já obteve alguns resultados externos à pesquisa. Um projeto também de assistividade onde o estímulo é por vibrações do teclado musical possibilita ao deficiente auditivo e visual poder jogar videogame, como citado já em matéria de jornal. [DIÁRIO DE PERNAMBUCO (2010)].

Tabela 1: Preços dos kits de desenvolvimento dos controladores pesquisados para o projeto

Controlador	Preço
NXT Lego	R\$ 1.000,00
Processador ARM	R\$ 395,00
Arduino	R\$ 250,00
PIC	R\$ 220,00
Projetado	R\$ 100,00

Com esse projeto conheceu-se as tecnologias utilizadas para fazer com que os portadores de deficiência interajam com o computador e se insiram no mundo digital. Com o conhecimento dos tipos de tecnologias e das principais necessidades encontradas projetou-se um sistema embarcado para auxiliar no desenvolvimento de projetos para suprir os mais diversos problemas encontrados no dia-a-dia de pessoas portadora de deficiências e idosos com um custo inferior em relação ao encontrado hoje no mercado.

Também como parte do trabalho pode-se colocar em prática os conteúdos aprendidos em sala de aula. Como forma de teste utilizou-se a luva e a mesma é fotossensível, vibrando sempre que alguma fonte de energia estava próxima. Como trabalhos futuros pode-se fazer um teste real da luva em pessoas com deficiências visuais já cadastradas no NAPNE.

REFERÊNCIAS

ALVES, T., **Tecnologia Assistiva para uma Escola Inclusiva: Apropriação, Demandas e Perspectivas**, Rio de Janeiro, 2009.

HONDA, **Honda - the power of dreams**, Disponível em <<http://www.honda.com.br/>> Acesso em: 15 abr 2009.

DOSVOX, **Núcleo da UFRJ, Projeto dosvox**, Disponível em <<http://intervox.nce.ufrj.br/dosvox/>> Acesso em 12 abr 2009.

GNOME, **Project orca**, Disponível em <<http://live.gnome.org/Orca>> Acesso em 20 mar 2009.

FRANK, D. M. D., LEWIS, L., **Robot Manipulator Control - Theory and Practice**, Editora Harvard, EUA, 2004.

SAHIN, P., KACHROO, F., **Practical and Experimental Robotics**, Editora Pearson, EUA, 2006.

COOK, H. **Assistive Technologies: Principles and Practices**, EUA, 1995.

ORGWALTER, J. *Rapid Learning in Robotics*, EUA, 1998.

LEGO, *Lego mindstorm*, Disponível em <<http://mindstorms.lego.com/eng/Overview/default.aspx>> Acesso em: 20 jan 2010.

ARDUINO, *Arduino reference guide*, Disponível em <<http://arduino.cc/en/Reference/HomePage>> Acesso em: 20 jan 2010.

PROTEUS, *Informações sobre o software proteus*, Disponível em <<http://www.labsis.com.br/proteus/>> Acesso em: 15 mar 2010.

PY2BBS, *Banho com estanho*, Disponível em <<http://www.py2bbs.qsl.br/banhoestanho.php>> Acesso em: 14 mar 2009.

SÁ, M. C. D., *Programação em C para Microcontroladores 8051*, Editora Moderna, Rio de Janeiro, 2005.

HYDE, R., *The Art of Assembly Language*, Editora William Pollock, England, 2003.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO, *Instituto de Federal cria guitar hero para surdos*, Diário de Pernambuco. Disponível em <http://www.diariodepernambuco.com.br/2010/04/19/info4_0.asp> Acesso em: 19 abr 2010.

CAPEK, C. *Alpha Ralpa Boulevard*. Disponível em: <<http://www.catch22.com/SF/ARB/SFC/Capek,Karel.php3>> Acesso em: 03 mar 2010