SAMIRA MERCALDI RAFANI

DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO DE UM VIRADOR DE PÁGINA

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós–Graduação Interunidades Bioengenharia - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de mestre em Ciências.

Área de Concentração: Bioengenharia

Orientadora: Profa. Dra. Carla da Silva Santana

São Carlos
2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

R136d

Rafani, Samira Mercaldi
Desenvolvimento do protótipo de um virador de página / Samira Mercaldi Rafani ; orientadora Carla da Silva Santana. -- São Carlos, 2010.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração Interunidades em Bioengenharia) -- Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2010.

1. Equipamentos de auto-ajuda. 2. Deficientes. 3. Bioengenharia. I. Título.

Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia
EESC / FMRP / IQSC

SAMIRA MERCALDI RAFANI
MESTRADO EM CIÊNCIAS
ÁREA DE BIOENGENHARIA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO INTERUNIDADES BIOENGENHARIA EESC – FMRP - IQSC DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS NA ÁREA DE BIOENGENHARIA.

Aprovado em: 20 / 01 / 2011

PROFA. DRA. CARLA DA SILVA SANTANA (ORIENTADORA) — Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

Resultado: APROVADA — Assinatura: [illegible]

PROF. DR. RODRIGO NICOLETTI — Escola de Engenharia de São Carlos - USP

Resultado: Aprovada — Assinatura: Rodrigo Nicoletti

PROFA. DRA. VALÉRIA MEIRELLES CARRIL ELUI — Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP

Resultado: aprovada — Assinatura: Valeria M e Elui

Av. Trabalhador São-carlense, 400 - Centro - São Carlos - SP - 13566-590
Telefone/Fax: (16) 3373-9586 - E-mail: bioeng@sc.usp.br

Dedico este trabalho aos meus pais pelo apoio eternal, pela confiança, afeto e dedicação que contribuíram para minha formação pessoal e pelas escolhas profissionais

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter guiado meus caminhos, conduzido minhas escolhas e ter colocado na minha vida pessoas especiais e fundamentais para a concretização de mais uma etapa dos meus sonhos.

À minha família pelo importante incentivo e compreensão dos momentos que estive ausente.

Ao Luciano, meu noivo, pelo amor e carinho recebido.

À Profa. Dra. Carla da Silva Santana pela paciência, confiança depositada, disponibilidade e pela valiosa orientação.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Nicoletti pela disponibilidade e colaboração com o projeto.

Ao Maurício Tomé e ao Igor Mathias pela parceria no desenvolvimento do protótipo.

Aos Professores Dra. Valéria Meirelles Carril Elui e Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro pelas sugestões preciosas feitas no Exame de Qualificação.

Ao José Marcelo Castro pelo envolvimento e todo ajuda prestada.

Aos meus amigos da pós-graduação: Renata Cerri, Maysa, Fausto, Fred, Juliana, Deidei e Sérgio por todo o apoio e amizade, em especial a Danielly pelo carinho e pela prontidão em me socorrer sempre.

A todo grupo do Laboratório de Pesquisa em Inovação e Tecnologia Assistiva – LAPITEC: Professoras Dra. Carla Santana e Dra. Valéria Elui, à Larissa, Mariana, Débora, Fabíola, ao Vinícius e Frank.

Aos Professores Dra. Ana Maria Minarelli Gaspar e Dr. Luiz Ernesto de Almeida Troncon pela ética e pelo diálogo que transpõem o ensino técnico.

Ao engenheiro Pio Antonio de Figueiredo, coordenador do Centro de Engenharia e Manutenção de Bioequipamentos do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP, ao Lucas e ao Reginaldo, técnicos do setor, pela disposição em colaborar com o projeto.

Ao engenheiro Tarcísio José Zago

Às minhas amigas, Gabriela Barbosa e Gabriela Tumioto, pessoas por quem tenho grande estima pelos constantes estímulos, principalmente nos momentos difíceis.

A todos, muito obrigada!

Um país se faz com homens e livros

Monteiro Lobato

RESUMO

RAFANI, S. M. (2010). **Desenvolvimento do protótipo de um virador de página**. 71f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós–Graduação Interunidades Bioengenharia - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

A leitura de livros, revistas e jornais tem importância fundamental na aquisição de informações e conhecimento sobre o mundo e a cultura, e está presente em diversas situações da vida (ambiente escolar, no trabalho e no domicílio). Porém, se para muitas pessoas a prática da leitura faz parte de um hábito cotidiano, para outras, ela é dificultada por uma conjunção de fatores sociais, econômicos ou devido a barreiras físicas de acesso ao manuseio dos materiais impressos. As pessoas com comprometimento funcional grave de membros superiores encontram limitações na realização de suas atividades cotidianas o que resulta na dependência de um cuidador. Os recursos de Tecnologia Assistiva têm sido cada vez mais utilizados para substituir ou apoiar uma função deficitária, permitir um desempenho autônomo e independente, aumentar a acessibilidade ambiental e melhorar a qualidade de vida e inclusão social de pessoas com deficiência. Objetivos: desenvolver o protótipo de um virador de página de materiais impressos, especificamente objetivou projetar e construir o protótipo de um virador de página. Materiais e Métodos: O método utilizado dividiu-se em três etapas. Na primeira etapa definiram-se as especificações do projeto (virar uma folha por vez e não danificá-las, ter velocidade de virada da folha adequada, posicionar o material aberto, não emitir sons que interfiram na leitura, adaptar-se a acionadores diferentes, ser leve e pequeno, ter interface e manutenção simples, ser seguro, manter a integridade dos usuários e ser de baixo custo de material); na segunda etapa determinou-se o modelo conceitual do protótipo e a terceira etapa consistiu na construção do protótipo. Resultados: O protótipo desenvolvido mostrou-se eficaz no atendimento dos requisitos de virar uma folha por vez sem danificá-las e com velocidade de até dez segundos, de manter o material de leitura aberto permitindo a visualização das informações impressas, de adaptar-se a acionadores diferentes, de ter interface simples, peso leve, dimensões compactas e ser confeccionado com materiais de baixo custo. Conclui-se como eficaz o projeto de especificação, conceituação e construção do protótipo de virador de páginas impressas, tendo resultados positivos no âmbito da definição da metodologia, da escolha dos materiais para confecção e no mecanismo de acionamento e funcionamento deste. Observa-se que será necessário o teste de bancada e futuros ajustes para permitir o avanço e o retrocesso das folhas, a adaptação de materiais de tamanho e gramatura diferentes e a inclinação do protótipo.

Palavras-Chave: Equipamentos de auto-ajuda. Deficientes. Bioengenharia.

ABSTRACT

RAFANI, S. M. (2010). **Development of a page turner prototype**. 71f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós–Graduação Interunidades Bioengenharia - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

The reading of books, magazines and newspapers has fundamental importance in the acquisition of information and knowledge about the world and culture, and it is present in several situations of life as school environment, work and at home. Although reading practice for many people is an everyday habit for others it is difficult because of many social, economic, or yet due to physical barriers of access to printed materials handling. People with severe functional commitment of upper members face limitations to do their everyday activities which results in a caretaker. The resources of assistive technology have been used more and more to switch or to support a deficient function also to allow an autonomous and independent performance, to raise the environmental accessibility and to improve life quality and social inclusion of disabled. Objectives: develop a page turner prototype of printed materials, specifically it has objectified to project and build a page turner. Material and Methods: The used method has been divided in three steps: The first step has defined the project specifications as well as turning one sheet at a time and without causing any damage to it, having velocity of turning the proper sheet, positioning the material opened, do not producing sounds which interferes in the reading process, adapting to the different drivers, being light and compact, having simple interface and simple maintenance, being secure, keeping the users integrity and being made of low cost material. The second step has determined the conceptual model of the prototype. The third step has consisted of prototype construction. Results: the prototype developed has showed effective requirements of turning one page at a time without causing any damage to it and with velocity up to ten seconds, of keeping the reading material opened allowing the visualization of printed information, of adapting to different drivers, of having simple interface, light weight, compact dimensions, and being made with low cost materials. The specification, conceptualization and construction of a printed page turner prototype project have concluded to be effective having positive results in the definition of the methodology ambit, of choosing the material to make it and in its mechanism to operate and work. It has observed that seat tests and future sets will be necessary to allow the progress and backing of pages, different size and weight material adaptations as well as prototype inclination.

Keywords: Self-help devices. Disabled persons. Bioengineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo conceitual em vista frontal..... 47
Figura 2 - Modelo conceitual em vista isométrica..... 47
Figura 3 - Circuito elétrico simulado..... 50
Figura 4 - Diagrama de pinos do microcontrolador PIC 16F628A..... 50

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma - Estrutura funcional do protótipo..... 45

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1 - Flip..... 33
Foto 2 - GEWA..... 33
Foto 3 - Qi Care..... 33
Foto 4 - Readable..... 33
Foto 5 - Touch Turner..... 33
Foto 6 - Servomotor com presilha moldada em “T”..... 48
Foto 7 - Servomotor com haste inferior..... 49
Foto 8 - Servomotor com haste superior..... 49
Foto 9 - Protótipo do virador de página..... 49
Foto 10 - Placa de circuito elétrico..... 50
Foto 11 - Abertura das presilhas..... 51
Foto 12 - Fechamento das presilhas..... 51
Foto 13 - Abertura da presilha lateral direita e superior..... 52
Foto 14 - Haste inferior destaca a folha a ser virada..... 52
Foto 15 - Haste superior se prepara para virar a folha 52
Foto 16 - Retorno da haste inferior na posição inicial..... 52
Foto 17 - Abertura das presilhas inferior e lateral esquerda..... 53
Foto 18 - Haste superior virar a folha..... 53
Foto 19 - Fechamento das presilhas esquerda e inferior..... 53
Foto 20 - Retorno da haste superior e fechamento da presilha superior 53

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 - Especificações técnicas dos viradores de página eletrônicos..... 33

Quadro 2 - Características funcionais dos viradores de páginas eletrônicos..... 34

Quadro 3 - Tipos de acionadores dos viradores de página eletrônicos..... 35

Quadro 4 - Requisitos do projeto..... 41

Quadro 5 - Especificações do projeto obtidas a partir do estudo dos aspectos que envolvem a atividade de leitura..... 42

Quadro 6 - Especificações do projeto determinadas a partir das características dos usuários 42

Quadro 7 - Especificações do projeto determinadas a partir do estudo dos viradores de página eletrônicos disponíveis no mercado 43

Quadro 8 - Especificações do projeto determinadas após as discussões da equipe de trabalho 43

Quadro 9 - Requisitos essenciais e secundários..... 44

Quadro 10 - Relação dos materiais utilizados na construção do protótipo..... 48

Quadro 11 - Especificações do protótipo do virador de página 54

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BVS	Biblioteca Virtual em Saúde
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
CIDID	Classificação Internacional de Deficiências, Incapacidade e Desvantagens
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
dB	Decibéis
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
EUA	Estados Unidos da América
HCFMRP	Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IQSC	Instituto de Química de São Paulo
ITS	Instituto de Tecnologia Social
MCT	Ministério de Ciências e Tecnologia
MMSS	Membros Superiores
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PCD	Pessoa com Deficiência
PNTA	Portal Nacional de Tecnologia Assistiva
SECIS	Secretaria de Ciências e Tecnologia para Inclusão Social
TA	Tecnologia Assistiva
USP	Universidade de São Paulo
VPE	Virador de Página Eletrônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 15

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... 20

2.1 As pessoas com deficiência física..... 20

2.2 Atividade de leitura de materiais impressos 25

2.3 Recursos de Tecnologia Assistiva de auxílio à leitura..... 29

3 O MÉTODO..... 37

4 RESULTADOS..... 40

5 DISCUSSÃO..... 55

6 CONCLUSÃO 58

REFERÊNCIAS..... 60

ANEXO..... 66

APÊNDICE 67

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa é resultado de um trabalho interdisciplinar desenvolvido no Programa Interunidades em Bioengenharia da Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Instituto de Química de São Carlos. Insere-se na linha de pesquisa Inovação, Tecnologia Assistiva e Recursos Terapêuticos, abrangida pela área de pesquisa Tecnologia Clínica e de Reabilitação.

O propósito desta linha de pesquisa é desenvolver estudos orientados para a aplicação da ciência e da tecnologia na melhoria da qualidade de vida, atividade e participação de pessoas com alterações na funcionalidade.

A Tecnologia Assistiva (TA) tem se revelado uma importante área em expansão. Conforme a definição estabelecida pelo Comitê de Ajudas Técnicas – CAT (BRASIL, 2007a), a TA é uma área de conhecimento de característica interdisciplinar que engloba os recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços, que tem com objetivo específico promover a funcionalidade de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida. Por meio dela, pessoas com comprometimento motor grave têm conseguido realizar atividades que anteriormente eram impossíveis.

O presente trabalho visou o desenvolvimento do protótipo de um virador de página para pessoas com comprometimento da funcionalidade dos membros superiores. Os viradores de página são recursos de TA que auxiliam[1] ou substituem[2] a manipulação[3] de materiais impressos (livros, revistas e outros) durante a leitura.

Na literatura e nos sites pesquisados, os viradores de página que substituem a função manipulativa são denominados ora como viradores de página eletrônicos, ora como viradores de página automáticos. Neste trabalho, este recurso é descrito como virador de página eletrônico (VPE), por se tratar de um dispositivo eletrônico com acionamento controlado pelo usuário.

Os diferentes modelos de viradores de página criados pelos autores Crabb, White e Bovis (1976), Gasking e Rockall (1966), Hashima (1993), Laurentana e Liepmann (1957), Mark (2001), Officer (1991), Russell e Schuster (1964) e Savage (1977a, 1977b) mostram, que há algum tempo, os profissionais das áreas da saúde e da engenharia estão se esforçando para promover acessibilidade à leitura de materiais impressos. Muitos dos viradores de página

---

[1] Recursos que provem auxílio ou aumentam a habilidade do usuário no desempenho da atividade.

[2] Recursos que substituem a habilidade do usuário durante a realização da atividade.

[3] Ação executada pelos movimentos das mãos agindo diretamente ou por meio de instrumentos, sobre um determinado objeto. São ações de pequena amplitude realizadas por meio da movimentação combinada do(s) dedo(s) e do(s) punho(s) (BRANDÃO, 1984).

disponíveis no mercado atualmente apresentam os princípios dos viradores de página criados pelos autores citados acima.

No período de janeiro de 2009 a dezembro de 2010, foi feito um levantamento dos viradores de páginas eletrônicos disponíveis nas empresas nacionais Click: Tecnologia Assistiva, Expansão: Laboratório de Tecnologia Terapêutica, Espaço vitalidade: soluções para necessidades especiais e maturidade, MN Suprimentos, no Portal Nacional de Tecnologia Assistiva (PNTA) e nas empresas estrangeiras EDesign Ltd®, Sammons Preston, AbleData, North Coast Medical, Homecraft Rolyan, Enablemart, Quality Enabling Devices Ltd e Qidenus Technologies. Foram encontrados cinco modelos de viradores de página sendo comercializados, sendo todos importados. Apenas um deles foi encontrado sendo comercializado por empresas brasileiras[4].

Neste mesmo período, a busca de protótipos de viradores em artigos publicados nas bases de dados Pubmed[5] e no portal da Biblioteca Virtual de Saúde (BVS)[6], nos sites de busca No site de busca Google™ (imagem e web)[7], Youtube[8] e de patente nacional[9], encontrou vários protótipos de VPE desenvolvidos no país, porém nenhum deles foi encontrado sendo comercializado.

Em 2005, a Secretaria de Ciência e Tecnologia para a Inclusão Social (SECIS) do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) (BRASIL, 2005), em parceria com o Instituto de Tecnologia Social (ITS), iniciaram a Pesquisa Nacional de TA. A presente pesquisa levantou as instituições que pesquisam, produzem e disseminam TA no Brasil. Os dados levantados até março de 2006 identificaram importantes pesquisas na área de TA sendo produzidas, porém, mostrou que a maioria dos produtos desenvolvidos não chega a ser comercializada, o que restringe a divulgação e limita o acesso destas novas tecnologias a um maior número de pessoas com deficiências (MORYA; GARCIA, 2007).

Morya e Garcia (2007) identificaram diversos fatores contribuintes para a escassez de recursos de TA no mercado brasileiro. Entre eles, o baixo estímulo à produção destas tecnologias, a carência de recursos humanos capacitados e a falta de divulgação e sensibilização das empresas.

---

[4] Se trata do virador de página GEWA, cotado por R$ 27.100,00 (reais) no site http://www.clik.com.br/zygo_01.html#Topo em 08 de agosto de 2009.
[5] http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed.
[6] http://regional.bvsalud.org/php/index.php.
[7] http://www.google.com.br.
[8] http://www.youtube.com.
[9] http://www.inpi.gov.br/principal?navegador=IE&largura=1024&altura=640.

A baixa produção de TA no Brasil leva os usuários à dependência de produtos importados, que apesar do aumento da confiança e crescimento das transações comerciais via internet ou pelo telefone terem facilitado o acesso aos produtos estrangeiros, os tributos de importação e taxas de transportes têm encarecido demasiadamente os valores finais da mercadoria, tornando estes recursos inacessíveis à grande maioria das pessoas com indicação para o uso destas tecnologias.

A inexistência de mostruário que permita ao cliente experimentar o produto e o longo prazo requerido para entrega também são identificados como impedimentos para aquisição de produtos importados. Acrescido a este fator, a falta de representantes das empresas estrangeiras que comercializam estes produtos no Brasil dificulta a assistência caso haja necessidade (MELLO, 2006).

Se, são poucos os recursos encontrados no mercado nacional para este fim, não são poucas as pessoas que apresentam algum tipo de limitação na manipulação de livros e revistas que se beneficiariam destes recursos.

Segundo a Organização Internacional do Trabalho (ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT), 2007), estima-se que existam 650 milhões de pessoas com deficiência no mundo. Entre as principais causas das deficiências, a má nutrição é apontada em 1/4 da população e esta situação é agravada por problemas encontrados com frequência entre os países periféricos, como educação e saúde precárias, pouco acesso a informações e a oportunidades de trabalho (GIL; MERESMAN, 2007).

No Brasil, grande parte das pessoas com deficiência vive a realidade de graves carências sociais, baixa renda e baixo nível de escolarização. De acordo com o censo de 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000), 14,5% da população tem algum tipo de deficiência e as regiões mais pobres apresentam maior contingente.

A inserção no mercado de trabalho é um dos principais desafios para as pessoas com deficiência em idade produtiva. Apesar de cerca 63% (dos estimados 24,6 milhões de pessoas com deficiência no Brasil em 2000) fazerem parte da população economicamente ativa, apenas 2,3% tem alguma atividade remunerada, e menos de 1% trabalham com registro em carteira (RESENDE; DEL'ARCO, 2004).

No âmbito escolar, o Censo Escolar de 2009, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), contabilizou 639.718 matrículas de alunos com deficiência na Educação Básica, o que representa apenas 1,2% do total de matrículas no ensino básico. Os dados referentes à acessibilidade mostraram que os alunos

ainda não têm acesso amplo a uma série de recursos e que falta muito para universalizar os recursos básicos (INEP, 2009).

As pessoas com deficiência enfrentam diferentes barreiras na sociedade e lhe são oferecidas poucas oportunidades acessíveis para seu desenvolvimento e formação educacional e profissional. As barreiras de comunicação e informação estão entre elas.

A principal motivação para o desenvolvimento deste estudo veio diante das frequentes queixas de abandono da atividade de leitura ou da dependência de um cuidador para realização desta atividade, relatadas pelos pacientes atendidos pela pesquisadora no seu ambiente profissional (Enfermaria de Neurologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – HCFMRP – USP).

O HCFMRP – USP é um hospital público, que recebe pacientes referenciados das Unidades Básicas de Saúde e de outros serviços de média e alta complexidade da cidade, da região e de outros estados. Chegam para condutas diagnósticas e terapêuticas; realização de exames, intervenções cirúrgicas, tratamento clínico e/ou ajustes de medicações.

A Enfermaria de Neurologia do HCFMRP- USP, situada do Campus da Universidade, recebe pessoas com comprometimento motor grave, em conseqüências de doenças do sistema nervoso como as esclerose lateral amiotrófica, a polineuropatia inflamatória desmelinizantes crônicas, esclerose múltipla, miopatias, entre outras.

O que se verifica em muito desses pacientes, é que pela dificuldade motora de manipular um livro impresso, a realização da atividade de leitura depende do auxílio de um cuidador. Porém, como a leitura acontece em tempo relativamente pequeno é necessário a presença de um cuidador permanente ao lado do paciente. Se a leitura for mais longa, torna-se inviável a presença de um cuidador virando as páginas durante todo o tempo, e o paciente abandona a atividade.

Desenvolver recursos de acessibilidade é uma maneira concreta de neutralizar as barreiras causadas pela deficiência (GALVÃO FILHO; DAMASCENO, 2008), aumentar a acessibilidade e promover inserção social e cultural. A aplicação de TA na área educacional é uma maneira de garantir igualdade de oportunidade e possibilitar o aprendizado (BERSCH, 2009).

Frente às dificuldades vivenciadas pelas pessoas com deficiências físicas, à barreira econômica de acesso aos produtos importados e à demanda de recursos de TA no país, torna-se urgente a construção de novas possibilidades e tecnologias. Portanto, o **objetivo geral** deste trabalho foi desenvolver o protótipo de um virador de página eletrônico. Sendo os

objetivos específicos: Identificar as necessidades dos usuários, determinar as funções esperadas ao protótipo e construir um protótipo de baixo custo.

Este trabalho foi apresentado em seis partes. Nesta primeira apresentou-se uma introdução dos assuntos que serão abordados nessa dissertação, a justificativa do presente trabalho, os problemas que motivaram a escolha do tema e os objetivos geral e específicos.

A segunda parte contém a fundamentação teórica do desenvolvimento do protótipo de virador de páginas. Neste capítulo são abordados os tópicos que compõem os subsídios necessários para a elaboração deste trabalho e para a compreensão do texto. Inicia-se com a apresentação da clientela à qual o virador de página se destina (suas características e necessidades), seguido da análise da atividade de leitura e da apresentação dos recursos de auxílio à leitura encontrados no mercado.

No terceiro capítulo encontra-se o método e a descrição das fases do desenvolvimento e construção do protótipo. No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos. No quinto a discussão e no último tem-se a conclusão e as perspectivas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O desenvolvimento de recursos de TA envolve a compreensão das necessidades dos sujeitos alvo desse recurso (pessoas com deficiência física com comprometimento de membros superiores), da atividade a ser desempenhada (leitura de materiais impressos) e do contexto onde ela será utilizada (na escola, no trabalho, no domicílio, no ambiente hospitalar, bibliotecas e outros).

2.1 As pessoas com deficiência física

Ao longo da história da humanidade, a pessoa com deficiência (PCD) tem sofrido toda a sorte de preconceito, ações impiedosas e privação dos direitos fundamentais (MACIEL, 2000). Após um longo processo de segregação, alguns direitos básicos foram conquistados, mas somente a partir do século XX surgiram discussões contundentes a respeito da integração e mais futuramente da inclusão das pessoas com deficiências (ARANHA, 2001).

Por volta de 1960, o princípio da integração buscou eliminar a barreira existente entre o convívio dos deficientes e dos não deficientes. As medidas necessárias para proporcionar um melhor convívio entre os dois grupos, além da desinstitucionalização, foram essencialmente centradas na pessoa com deficiência. Os investimentos nessa minoria em número eram feitos a fim de torná-las o mais normal possível, com referência a um conceito arbitrário e falso de normalidade (GALVÃO FILHO, 2008).

Este pensamento logo sofreu diversas críticas e as mudanças ocorridas a partir dos anos 80 marcaram positivamente a luta contra a discriminação e o preconceito, em favor da valorização da diversidade humana. Baseado nisto, a crença da inclusão social é uma das principais mudanças ocorrida nos últimos tempos. A sociedade tem se tornado mais permeável à diversidade, questiona seus mecanismos de segregação e vislumbra novos caminhos de inclusão social deste grupo (GALVÃO FILHO, 2009b).

Os princípios da sociedade inclusiva alteram o foco de atenção da PCD e passa a olhar para o meio em que esta pessoa se insere. Cresce o reconhecimento de que esta é um cidadão como qualquer outro, detentor dos mesmos direitos e uso fruto das oportunidades disponíveis na sociedade, independente do tipo de deficiência e de seu grau de comprometimento. Essas mudanças repercutiram fortemente na legislação nacional e nas declarações internacionais, com consequências principalmente nas situações de trabalho, educação e a saúde.

No âmbito da saúde, a criação da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), confirma e corrobora o início da mudança de paradigma segundo esta nova visão das pessoas com deficiências. A CIF pertence à "família" das classificações internacionais desenvolvidas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e tem aplicação em vários aspectos da saúde. Ela é um instrumento que mede a qualidade de vida pela funcionalidade[10] e pela condição sócio-cultural em que o indivíduo está inserido (OMS, 2003).

A CIF define os componentes da saúde e alguns componentes do bem-estar relacionados à saúde como educação e trabalho. Agrupa sistematicamente diferentes domínios de uma pessoa em uma determinada condição de saúde. Tais domínios são descrito com base na perspectiva do corpo, do indivíduo e da sociedade e estão organizados em duas listas básicas: "Funções e Estruturas do Corpo" e "Atividade e Participação" (OMS, 2003).

A principal motivação para sua criação foi o reconhecimento de que não se pode medir a importância de um evento em saúde apenas pela mortalidade, e sim pelos múltiplos aspectos relacionados à doença e seu impacto na qualidade de vida da PCD e de seus familiares (BATTISTELLA; BRITO, 2002; BUCHALLA, 2003).

A primeira versão da CIF (intitulada anteriormente por Classificação Internacional de Deficiências, Incapacidades e Desvantagens – CIDID) foi colocada em teste 1980. Após sofrer algumas modificações, sua última versão foi aprovada em 2001 e desde então passou a ser usada internacionalmente para mensuração da saúde da população. Como essa classificação permite mensurar a restrição funcional imposta pela afecção e determinar se as dificuldades são de caráter pessoal e/ou ambiental, ela constitui um sistema de medida capaz de avaliar os ganhos no processo de reabilitação e as mudanças em direção a uma sociedade inclusiva (BATTISTELLA; BRITO, 2002).

Outro aspecto importante da aplicabilidade dessa classificação é o fornecimento de um sistema para a codificação de uma ampla gama de informações sobre a saúde e, por utilizar uma linguagem comum padronizada, permite a comunicação sobre saúde e assistência médica em todo o mundo, além do uso por setores como o de seguros, previdência social, trabalho, educação, economia e política social. A CIF também constitui um instrumento apropriado para o desenvolvimento da legislação internacional sobre os direitos humanos e da legislação nacional de um país (OMS, 2003).

[10] Termo que indica os aspectos positivos da interação entre um indivíduo e seus fatores contextuais.

Como se sabe, ainda nos dias atuais, existem muitos países que não contam com uma legislação que promove e garante a igualdade de oportunidades, os direitos civis, políticos, econômicos e sociais às minorias marginalizadas (como o direito à educação, aos serviços de saúde e à acessibilidade, entre outros).

No contexto internacional, um dos principais documentos elaborado em defesa dos direitos e da inclusão da PCD foi a Convenção sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência, adotada pela Organização das Nações Unidas (ONU) em 13 de dezembro de 2006. No Brasil, ela foi promulgada em agosto de 2009 pelo Decreto n. 6.946 (BRASIL, 2009).

A presente convenção é um marco para muitos militantes da justiça e equidade social, bem como para aquela marginalizada parcela da sociedade. Seu propósito é promover, proteger e assegurar o desfrute pleno e equitativo de todos os direitos humanos e liberdade fundamentais por parte de todas as pessoas com deficiência e garantir o respeito pela sua inerente dignidade (BRASIL, 2007b).

O atual texto dessa convenção abrange na definição das pessoas com deficiência aquelas que:

> [...] têm impedimentos de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, os quais, em interação com diversas barreiras, podem obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdades de condições com as demais pessoas (BRASIL, 2007b, p. 16).

As deficiências podem ser classificadas segundo a estrutura e função acometida em cinco categorias, sendo elas as deficiências auditiva, visual, mental, múltipla e a deficiência física. Esta última é definida como a alteração completa ou parcial de um ou mais segmentos do corpo humano, acarretando o comprometimento da função física, apresentando-se sob a forma de paraplegia, paraparesia, monoplegia, monoparesia, tetraplegia, tetraparesia, triplegia, triparesia, hemiplegia, hemiparesia, ostomia, amputação ou ausência de membro, paralisia cerebral, nanismo, membros com deformidade congênita ou adquirida. Estão excluídas as deformidades estéticas e as deficiências que não produzam dificuldades para o desempenho de funções (BRASIL, 2004).

As causas das deficiências são muito abrangentes. Segundo os dados da Rede SACI, as principais causas da deficiência no Brasil são a má nutrição de mães e filhos, as infecções, os acidentes de trânsito, os acidentes de trabalho, as anomalias congênitas e a violência. As deficiências físicas podem ser adquiridas nos períodos pré, peri ou pós natal. Os jovens e os adultos são acometidos principalmente pelos traumatismos encefálicos ou medulares e queimaduras, pelas amputações e doenças miopáticas, pelas doenças agudas e degenerativas

do sistema nervoso central ou periférico, pelos reumatismos inflamatórios e pelas artropatias (REDE SACI, 2010).

Com o envelhecimento da população mundial, cresce a incidência de doenças crônicas, dessa forma, as pessoas idosas tem representado uma parcela significativa das pessoas com deficiências. Segundo Neri e Soares (2004), os indivíduos tendem a adquirir deficiência ao longo de seus ciclos de vida, portanto aqueles com mais de 67 anos têm 495% de chances a mais de terem deficiências comparado com os indivíduos de até 15 anos de idade.

As deficiências ocorrem isoladamente ou em conjunto e produzem com freqüência declínios na funcionalidade do indivíduo com alterações das funções[11] e estrutura do corpo[12], atividade[13] e participação[14] (OMS, 2003).

As alterações nas funções do corpo que caracterizam as deficiências físicas são as alterações nas funções neuromusculoesqueléticas e relacionadas ao movimento. Elas podem ser qualificadas para indicar a extensão ou magnitude da deficiência em leve (ou baixa), deficiência moderada (média ou regular), grave (alta ou extrema) ou completa (total) (OMS, 2003).

Os deficientes físicos com comprometimento dos membros superiores podem apresentar disfunções na estabilidade e mobilidade das articulações do ombro, cotovelo, punho e/ou mão, na mobilidade da escápula, na força e no tônus muscular, na resistência, nos reflexos involuntários e no controle dos movimentos voluntários.

As principais estruturas do corpo acometidas nas deficiências física são o sistema nervoso, metabólico ou as estruturas relacionadas ao movimento. As deficiências da estruturas do corpo podem ser qualificadas, além da extensão ou magnitude (como as deficiências das funções do corpo), em termos da natureza da mudança da estrutura corporal (ausência total ou parcial da estrutura, presença de uma parte adicional, estrutura com dimensões aberrantes, descontinuidade da estrutura, posição desviada, mudanças qualitativas na estrutura, incluindo acúmulo de fluido) e de acordo com a localidade (acometendo mais de uma região, a região direita ou esquerda, ambos os lados, parte dianteira, parte traseira, proximal ou distal).

Essas afecções podem variar conforme os sistemas envolvidos, os tipos e os graus de comprometimento (LOURENÇO, 2008). Geralmente acometem a força, a flexibilidade, a coordenação motora ampla, a resistência, o controle motor, o tempo de reação, o controle do

---

[11] Funções do corpo são as funções fisiológicas dos sistemas corporais e as funções mentais de um indivíduo.
[12] Estruturas do corpo são as partes anatômicas do corpo, como os órgãos, os membros e seus componentes.
[13] Atividade é a execução de uma tarefa ou ação por um indivíduo. Representa a perspectiva individual da funcionalidade.
[14] Participação é o envolvimento em uma situação de vida. Representa a perspectiva social da funcionalidade.

ritmo, a velocidade, e/ou a coordenação multimembros (KINTSCH; DEPAULA, 2002). Tais funções são essenciais para o controle dos movimentos voluntários e realização das atividades no dia a dia.

As funções e estruturas do corpo e as atividade e participação influenciam uma às outras. Dessa forma, as deficiências da estrutura e função do corpo interferem na realização das atividades e participação do individuo. Por exemplo: limitações nos movimentos resultantes das deficiências físicas prejudicam desempenho ocupacional e impedem a realização de atividades de cuidados pessoais, trabalho, lazer e sociais (PEDRETTI; EARLY, 2005).

As deficiências físicas podem limitar ou restringir a atividade e participação em todas as áreas da vida (aprendizagem e aplicação de conhecimento, tarefas e demandas gerais, comunicação, mobilidade, cuidado pessoal, vida doméstica, relações e interações interpessoais, educação, trabalho e vida econômica, vida comunitária, social e cívica).

As atividade e participação são qualificadas pelo desempenho e pela capacidade. O qualificador de desempenho descreve o que o indivíduo faz em seu ambiente habitual, já o qualificador capacidade descreve a capacidade de um indivíduo executar uma tarefa ou ação em um ambiente padrão (OMS, 2003).

A diferença da capacidade e do desempenho de certo indivíduo reflete o impacto dos ambientes padrão[15] e habitual[16] na funcionalidade da atividade e participação do mesmo. Ou seja, as pessoas com deficiências físicas encontram dificuldade para a realização da atividade de leitura tanto pelas limitações impostas pelas deficiências das estruturas e funções corporais como pela influência dos fatores ambientais. Esta informação proporciona uma orientação útil sobre o que pode ser feito no ambiente do indivíduo para melhorar seu desempenho (OMS, 2003).

Os fatores ambientais[17] impactam positivamente ou negativamente na funcionalidade do indivíduo. Os fatores ambientais que melhoram a funcionalidade dos indivíduos são descritos como facilitadores. Nestes incluem o ambiente acessível, serviços, sistemas políticos que visam aumentar o envolvimento das pessoas em todas as áreas da vida, bem como a disponibilidade de tecnologias apropriada. As barreiras são fatores ambientais que limitam a funcionalidade. Aqui, estão incluídos um ambiente inacessível, atitudes negativas frente às deficiências, entre outros.

---

[15] O ambiente padrão é um ambiente uniforme, e os fatores ambientais são utilizados apenas para descrever as características desse ambiente.
[16] O ambiente habitual é o contexto real onde a pessoa vive, sobre a influência dos fatores ambientais.
[17] Compreendido como os aspectos do mundo externo ao indivíduo que formam o seu contexto da vida.

Há diversos facilitadores e barreiras para a realização da atividade de leitura de materiais impressos, enfrentados pelas pessoas com deficiência física. Entre os facilitadores, encontramos políticas sociais, de educação e saúde que assegura o direito e acesso das pessoas com deficiências a uma vida comunitária. São exemplo o Decreto n. 6946 que promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (BRASIL, 2009) e o Decreto 5296 (BRASIL, 2004) que traz o conceito de Desenho Universal[18], um conceito importante para a construção de uma sociedade mais inclusiva, principalmente relacionando-o à acessibilidade e à TA.

Entre as barreiras enfrentadas, as dificuldades de acesso a escola são o principal impedimento de acesso a leitura. As pessoas com deficiências têm menos acesso a educação que a população em geral. O Censo 2000 mostrou que 27% das pessoas com deficiências não tem nenhum grau de instrução (IBGE[19], 2000 *apud* NERI; SOARES, 2004).

As limitações e habilidades podem combinar de forma multidimensional em cada indivíduo o que cria uma condição verdadeiramente original (KINTSCH; DEPAULA, 2002). O declínio da função pode comprometer capacidade da pessoa de modo ser necessário o auxílio de um cuidador para realizar desde as atividades mais básicas de autocuidado às atividades de lazer, mobilidade e trabalho. Depender de outra pessoa pode alterar o conceito da pessoa com deficiência sobre seu próprio valor e autocontrole, além de provocar mudanças significativas nos relacionamentos e interações sociais.

É importante destacar que a presença de algum grau de incapacidade para o desempenho de atividades básicas e instrumentais de vida diária não significa necessariamente impedimento para a continuidade do funcionamento cognitivo e emocional. O que significa que as pessoas adultas e idosas podem ser fisicamente incapazes e dependentes, mas podem preservar a autonomia, manifesta na capacidade de tomar decisões (RESENDE; NERI, 2005).

2.2 Atividade de leitura de materiais impressos

O livro é o meio principal e insubstituível da difusão da cultura e transmissão do conhecimento, do fomento à pesquisa social e científica, da conservação do patrimônio

[18] Considerado como uma concepção de espaços, artefatos e produtos que visam atender simultaneamente todas as pessoas, com diferentes características antropométricas e sensoriais, de forma autônoma, segura e confortável, constituindo-se nos elementos ou soluções que compõem a acessibilidade.

[19] IBGE. Censo demográfico de 2000. CD-ROM dos microdados. Rio de Janeiro: Diretoria de Pesquisas, IBGE-RJ, 2000.

nacional, da transformação e aperfeiçoamento social e da melhoria da qualidade de vida (BRASIL, 2003).

Considera-se livro a publicação de textos escritos em fichas ou folhas, não periódica, grampeada, colada ou costurada, em volume cartonado, encadernado ou em brochura, em capas avulsas, em qualquer formato e acabamento (BRASIL, 2003).

São equiparados a livro os fascículos, publicações de qualquer natureza que representem parte de livro, materiais avulsos relacionados com o livro, impressos em papel ou em material similar; roteiros de leitura para controle e estudo de literatura ou de obras didáticas; álbuns para colorir, pintar, recortar ou armar; atlas geográficos, históricos, anatômicos, mapas e cartogramas; textos derivados de livro ou originais, produzidos por editores, mediante contrato de edição celebrado com o autor, com a utilização de qualquer suporte; livros em meio digital, magnético e ótico, para uso exclusivo de pessoas com deficiência visual e os livros impressos no Sistema Braille (BRASIL, 2003).

A revista é uma publicação periódica de cunho informativo, jornalístico ou de entretenimento, geralmente voltada para públicos segmentados.

A maioria dos livros e revistas são fabricados em folhas da série A, nos tamanhos A4 (210 x 297 mm) e A5 (148 x 210 mm)[20], de gramatura 75g/m² e 90g/m² e são encadernados com os métodos brochura[21], canoa[22] ou espiral[23].

A atividade de leitura está presente em todas as situações de vida. No trabalho, na escola, no domicílio e nos diferentes ambientes sociais. É um dos principais atos da comunicação humana, fundamental para acessar as informações e conhecimentos difundidos nos jornais, livros, internet e revistas, e para a formação e manutenção da cultura.

A leitura também é vista como fonte de entretenimento e como forma de ampliar a participação social e o exercício permanente da cidadania (OLIVEIRA; SEVERINO, 2004). Para Souza (2007) o acesso a leitura proporciona melhoria da condição social e humana, promove o resgate da cidadania e a integração social, desenvolve a auto-estima, devolve um olhar crítico e possibilita a formação de uma sociedade consciente de seus direitos e de seus deveres. Possibilita uma melhor visão de mundo e de si mesmo.

Vieira (2006) destaca que através da leitura literária é possível experimentar novas experiências, conhecer mais sobre si mesmo, já que ela leva à reflexão. Para a autora, o ser

---

[20] Associação Brasileira de Normas Técnicas - Norma PB 530 (ABNT 1977)

[21] Encadernação na qual os cadernos são costurados na lombada em forma de acabamento, e colados a uma capa mole normalmente em com papel grosso ou apenas colados e fresados (sem costura).

[22] Canoa ou dobra é a encadernação usada em revistas e panfletos na qual os cadernos são grampeados.

[23] Encadernação em que as folhas são furadas através de uma máquina e presas com espiral. Normalmente é colocado uma capa de plástico na frente e atrás.

humano, quando movido pela curiosidade, pelo desejo de crescer, se renova constantemente, tornando-se cada dia mais apto a estar no mundo. Assim, amplia sua visão de mundo e seu horizonte de expectativas. Desse modo, a leitura se configura como um poderoso e essencial instrumento libertário para a sobrevivência do homem.

Diante da necessidade de praticar a leitura, o indivíduo reage com os sentidos e com a emoção, pois ele a vê como um ato de liberdade, de escolha individual, e o alcance de uma finalidade, um objetivo ou um propósito.

De acordo com Melo[24] (1983 *apud* ASSUMPÇÃO; ITO, 2005) tanto a leitura utilitária quanto a leitura que dá prazer são atividades motivadas pela inserção no mundo determinadas pela leitura do mundo. O que desperta a busca pela leitura é o interesse ou motivação em determinado assunto, seja para a obtenção de informação, pelo simples prazer de ler ou para a apropriação formal da língua em situações de aprendizado.

O estudo de Jaroszewski, Zeigelboim e Lacerda (2007), Nascimento (2009) e Pais (2009) mostraram que a iluminação e a acústica são fatores importantes na concentração na leitura. Uma exposição prolongada ao ruído a um nível de intensidade de 75 decibéis (A) - dB(A) prejudica a realização de uma tarefa de atenção focalizada, enquanto aumenta significadamente o número de erros. Nos ambientes de leitura como as bibliotecas o limite máximo de ruído recomendado é até 45 dB(A). Acima deste valor proporciona desconcentração do seu usuário (ABNT, 2000).

A atividade de leitura não é apenas o ato de percorrer os olhos sobre algo que está escrito ou ilustrado em um texto. Ela é um processo complexo que envolve vários sistemas e habilidades sensoriais, perceptivas, cognitivas e motoras.

A habilidade motora é necessária para a manipulação do material de leitura e envolvem o posicionamento ou sustentação do material, abri-lo, destacar uma folha da outra, folhear as páginas. A realização destas tarefas exige a combinação de movimentos e posturas de todo o corpo, principalmente do tronco, pescoço e dos membros superiores.

A dissociação dos movimentos dos dedos, das articulações metacarpo-falangianas e das interfalangianas, a combinação destes movimentos com os do punho (flexão, extensão, desvio radial e ulnar, pronação e supinação) e os movimentos e posturas dos demais seguimentos do membro superior de ambas as mãos são precisos para realizar o deslizamento das folhas entre os dedos (para destacar uma folha da outra), a preensão e folheada da folha e sustentação do material (BRANDÃO, 1984).

---

[24] MELO, José M. Os meios de comunicação de massa e o hábito de leitura. Leitura: Teoria & Prática, no. 2. ALB. Mercado Aberto. Campinas: 1983.

A leitura inicia-se com a captação das informações através dos receptores sensitivos. As vias sensoriais visual, tátil e auditiva são as principais vias envolvidas nesse processo. As habilidades visuais estão diretamente relacionadas à recepção das informações impressas no papel. O campo visual, acuidade visual e a função oculomotora são os principais aspectos da função visual requeridos para visualização do material.

Por vezes, esta visualização pode estar dificultada devido a uma alteração das funções visuais. Quando o leitor apresenta alguma alteração visual leve, a adaptação do material (mudança na cor da letra, o aumento do contraste, tamanho e tipo de fonte do texto) pode permitir a visualização sem a necessidade de auxílio óptico. No entanto, na presença de uma disfunção visual grave, o leitor utiliza ao sistema tátil ou auditivo como principal via sensorial de recepção das informações. Nesses casos, o material de leitura pode ser impresso em Braile, relevo, ou gravado.

Após a recepção dos estímulos visuais, táteis ou auditivos, é realizada a análise visual do estímulo gráfico pelo processamento visuo-perceptivo. Posteriormente, ocorre processamento linguístico da leitura, em que, primeiramente é feita a conversão grafema-fonema (pela via não-lexical) seguida da leitura global da palavra com acesso ao seu significado (pela via lexical).

A percepção e o processamento das informações receptadas pelas vias sensoriais envolvem aspectos percepto-cognitivos de identificação e decodificação das letras, compreensão, análise, interpretação, crítica, comparações e correlações.

Segundo Kriegl (2001) durante a leitura de um texto, o leitor extrai as informações por meio de uma série de ações mentais. Essas ações são denominadas estratégias de leitura e, na sua maioria, passam despercebidas pela consciência. Elas ocorrem simultaneamente, podendo ser mantidas, modificadas ou desenvolvidas durante a apropriação do conteúdo.

Durante a leitura, o leitor seleciona os aspectos mais relevantes do texto e ignora os menos interessantes. Ele presta atenção aos assuntos que lhe interessam, os quais sem eles seriam impossível compreender seu conteúdo. Essa seleção é realizada a partir das antecipações que o leitor faz conforme percebe as pistas encontradas no texto.

No decorrer desse processo, é possível surgir algum estranhamento entre o que foi antecipado e o que foi percebido com a leitura, por isto é comum que o leitor volte, releia e retome a leitura a fim de garantir a compreensão. Além destas importantes estratégias, para Kriegl (2001), o leitor eficiente deve formular perguntas enquanto lê, manter-se atento, criticar o conteúdo, reformular hipóteses, estabelecer relações com outros aspectos do conhecimento, transformar ou reconstruir o texto lido e atribuir intenções ao escritor.

2.3 Recursos de Tecnologia Assistiva de auxílio à leitura

A história da tecnologia é quase tão antiga quanto a história da humanidade. Segue-se desde quando os seres humanos começaram a desenvolver ferramentas para caça e para proteção. No princípio estas ferramentas eram simples e criadas com recursos naturais brutos. No entanto, com a descoberta do fogo e a evolução de seu uso, foi possível o desenvolvimento de ferramentas mais complexas.

Concebe-se que na pré-história, quando o homem após fraturar uma de suas pernas utilizou um galho de árvore para apoiar-se e retomar a deambulação. Dessa forma ele recorreu ao que denominamos atualmente de recurso de Tecnologia Assistiva, ou seja, ao uso de um instrumento com objetivo de facilitar o desempenho de uma atividade humana que estava impedida devido à perda de uma função (COOK; POLGAR, 2008).

Apesar de ser remoto o uso de equipamentos, instrumentos e estratégias para compensar uma perda funcional, a definição do termo *Assistive Technology* ocorreu no final da década de 80 nos Estados Unidos da América (EUA). Posteriormente, foi trazida para o Brasil e traduzida como TA.

O conceito de TA, amplamente utilizado nos dias atuais, refere-se à definição publicada na lei americana *Assistive Technology Act of 1998* (UNITED STATES, 1998). Essa deliberou TA como

> "[...] tecnologia concebida para ser utilizada em um recurso ou serviço de tecnologia assistiva", sendo recurso "[...] todo e qualquer item, equipamento ou parte dele, produto ou sistema fabricado em série ou sob-medida utilizado para aumentar, manter ou melhorar as capacidades funcionais das pessoas com deficiência" e serviços "[...] aqueles que auxiliam diretamente uma pessoa com deficiência a selecionar, comprar ou usar os recursos acima definidos".

No contexto mundial, as definições elaboradas pela OMS na CIF e pela Norma Internacional ISO 9999 têm ganhado espaços na literatura e baseiam a legislação de alguns países.

Na CIF os recursos e serviços são classificados em capítulos diferentes. Os recursos são apresentados no capítulo dos 'Produtos e tecnologia', são compreendidos como "[...] qualquer produto, instrumento, equipamento ou tecnologia adaptada ou especialmente projetado para melhorar a funcionalidade de uma pessoa incapacitada" (OMS, 2003, p. 201). Já os serviços de TA são abordados no capítulo 'Serviços, sistemas e políticas', e são considerados os serviços públicos ou privados que representam a provisão de benefícios, programas estruturados e operações, em vários setores da sociedade, desenhados para

satisfazer as necessidades dos indivíduos, incluindo as pessoas que prestam esses serviços (OMS, 2003).

A definição proposta pela ISO (INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS, 2007) engloba apenas os recursos de TA (não define os serviços) e os denominam de produtos de apoio. Nela incluem qualquer produto, dispositivos, equipamentos, instrumentos, tecnologia ou software fabricado especialmente ou geralmente disponível no mercado, para prevenir, compensar, controlar, atenuar ou neutralizar deficiências, limitações na atividade e restrições na participação.

No Brasil, além dos termos e conceito propostos pela CIF e pela ISO, encontramos outras terminologias sendo aplicadas. Ora o conceito de TA abrange os recursos e serviços, ora se restringe apenas aos recursos. As expressões mais encontradas na legislação são Tecnologia Assistiva (pela influência americana) e Ajudas Técnicas (pela influência européia). O termo Tecnologia de Apoio também aparece com frequência em trabalhos que tem como referência sites de Portugal[25].

O termo Ajudas Técnicas aparece na legislação brasileira que trata das garantias dos direitos ao cidadão brasileiro com deficiência de acesso a recursos destinados a melhorar suas habilidades funcionais (Decretos n. 3.298/1999 e 5.296/2004) e no Ministério da Educação no Portal de Ajudas Técnicas (BRASIL, 2006). Já o termo TA é utilizado nos documentos escritos pelo MCT (BRASIL, 2005), pela SECIS em parceria com o ITS e no Portal Nacional de Tecnologia Assistiva (PNTA, 2006).

A ABNT (2004, p. 4) também utiliza a expressão TA e a define como “conjunto de técnicas, aparelhos, instrumentos, produtos e procedimentos que visam auxiliar a mobilidade, percepção e utilização do meio ambiente e dos elementos por pessoas com deficiência”.

Em agosto de 2007, o CAT aprovou o termo TA como sendo o mais adequado e passa a utilizá-lo em toda a documentação legal produzida pelo comitê. Nesta definição a TA engloba os serviços, as práticas, as estratégias, as metodologias e os recursos.

A TA se propõe a romper as barreiras externas que impedem a atuação e participação das pessoas com deficiências em atividades e espaços de interesse e necessidades (LOURENÇO, 2008). No contexto educacional, ela se caracteriza como um conjunto de recursos que promovem o acesso e a participação dos alunos com deficiência na aprendizagem, com o apoio de serviços que tem como objetivo identificar os problemas enfrentados por seus alunos e propor intervenções interdisciplinares que envolvem o design, a

[25] http://www.lpcdr.org.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=250:tecnologias-de-apoio-nas-doencas-reumaticas&catid=70:ajudas-tecnicas&Itemid=122 e http://portal.ua.pt/thesaurus/default1.asp?OP2=0&Serie=0&Obra=29&H1=2&H2=2.

reabilitação e a educação (BERSCH, 2009).

Os recursos de tecnologia assistiva são, então, resultados de uma tecnologia especialmente projetada para melhorar ou manter a funcionalidade das pessoas que apresentam algum impedimento de origem física, sensorial ou cognitiva (COOK; POLGAR, 2008).

Existe uma série de recursos que facilita a realização da atividade de leitura. Como exemplo tem-se os suportes de livros que mantém o livro aberto, diminuindo a força aplicada pelo usuário na sustentação do material e o Thumb Thing, que consiste em um anel com duas pás, que possibilita manter o livro aberto com apenas uma mão.

Além destes, existem recursos indicados para as pessoas com dificuldades na realização da pinça polpa a polpa ou com incoordenação motora fina para folhear as páginas um livro. Está incluído neste exemplo o Magnetic Page Turner System Kit, que consiste em uma vara de alumínio e cantoneiras de plásticos com imã na extremidade utilizados para destacar uma folha da outra pelo magnetismo provocado pela aproximação da vara de alumínio no canto da folha.

O óculo prismático possui lentes especiais que inverte o ângulo de leitura e possibilita que o sujeito faça a leitura deitado em decúbito dorsal sem a necessidade de flexionar o pescoço. Indicado para as pessoas que necessitam permanecer em decúbito dorsal, que usam colar cervical ou que tenham limitação no movimento do pescoço.

Além desses, existe recursos destinados para pessoas com baixa visão que obtém acesso a leitura pelo sistema visual. Entre eles encontramos os dispositivos ópticos; lupas de mão, lupas de página, lupas iluminadas, as lupas eletrônicas, os telescópios, os prismas e materiais adaptados impressos com fonte de tamanho ampliado e com maior contraste.

Para os cegos, existem equipamentos que digitalizam documentos impressos e transformam o texto escrito em arquivo falado, além dos livros em formato audível e os livros impressos no Sistema Braille. Outro recurso que pode ser utilizado por pessoas com deficiência visual, cegueira ou com limitação no manuseio de materiais impressos são os livros em formato digital. Também conhecidos como e-books, os livros em formato eletrônicos podem ser acessados em computadores comuns ou em leitores específicos de livros digitais (e-readers).

A vantagem da leitura em computadores comuns é a possibilidade de usar diversos recursos de acessibilidade disponíveis, como ampliar a fonte, adequar a luminosidade e o contraste do texto, utilizar softwares leitores de tela e de texto que reproduzem o texto em voz

alta, substituir os mouses e teclados comuns pelos adaptados, softwares de reconhecimento de voz, ponteiras de cabeça e outros.

Os e-readers são opção para a leitura de livros em formato eletrônico. No Brasil, há seis modelos sendo comercializados atualmente[26], apenas dois deles são fabricados no país. Estes equipamentos também permitem ampliar a fonte, adequar a luminosidade e o contraste do texto. Alguns modelos já são vendidos com sintetizadores de voz, mas não são acessíveis a acionadores adaptados para pessoas com comprometimento motor de membros superiores.

Um dos maiores desafios ao uso do livro digital é a escassez do acervo digital em português, necessidade de assistência dispensável aos livros impressos e elevado custo dos e-readers e dos computadores comuns.

A pesquisa TIC Domicílio 2009, que mede o uso das tecnologias de comunicação e informação e outros equipamentos nos domicílios, revelou que para 74% dos entrevistados sem computadores em casa, a principal barreira para a posse deste equipamento é o alto custo do mesmo. Nos domicílios de pessoas com faixas de renda com mais de cinco salários mínimos, mais de 40% menciona essa razão para não terem um computador em casa (NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR, 2009).

Os viradores de página eletrônicos são recursos de TA que substituem a habilidade de manipular um livro ou revista durante a atividade de leitura dos mesmos. São recursos desenvolvidos para pessoas que apresentam definitivamente ou temporariamente comprometimento motor grave de membros superiores, ausência dos membros superiores ou partes deles, que impeçam a execução da prática de leitura.

Os viradores de página são classificados de diferentes maneiras. Como um auxílio à manipulação e controle de ambientes (COOK; POLGAR, 2008), como auxílio às atividades da vida diária (BERSCH, 2006) ou como um auxílio à comunicação (INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

A ISO organiza os dispositivos de TA em três níveis hierárquicos (classe, sub-classe e divisão) e estabelece um código para cada nível. Os viradores de páginas receberam o código 22.30.12, por encontram-se na classe 22, intitulada ‘produtos de apoio para comunicação, informação e sinalização’ na sub-classe 22.30 dos produto de apoio para leitura (INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS, 2007).

Existem cinco marcas de VPE sendo comercializados atualmente. O Flip[27] (Foto 1),

[26] Pesquisa realizada em 25 de setembro de 2010 no site http://www.gizmodo.com.br/conteudo/livros-digitais-no-brasil-como-onde-e-por-que-talvez-nao-compra-los.
[27] http://www.enablemart.com/Catalog/Workstation-Accessories/Flip-Automatic-Page-Turner.

GEWA[28] (Foto 2), Qi Care[29] (Foto 3), Readable[30] (Foto 4) e o Touch Turner[31] (Foto 5). Este último dispõe de dois modelos semelhantes, o Touch Turner RC e o Touch Turner C. O quadro 1 descreve os dados técnicos destes dispositivos.

Foto 1 – Flip

Foto 2 - GEWA

Foto 3 - Qi Care

Foto 4 - Readable

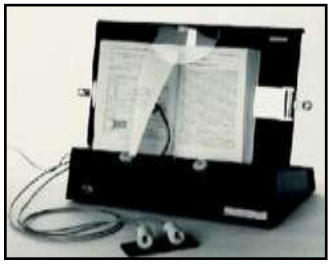


Foto 5 - Touch Turner

VIRADORES	FLIP	GEWA	QICARE	READABLE	TOUCH TURNER
Tamanho do material (comprimento x largura, em centímetro)	Mínimo: 10,5 x 14,8 Máximo: 21 x 29,7	Mínimo: não informado Máximo: 30 x 23	Não informado	Mínimo: não informado Máximo: 21 x 29,7	Não informado
Espessura do material (centímetro)	Máxima: 3	Máximo: 5	Não informado	Não informado	Não informado
Peso do VPE (quilograma)	8.5	7.5	2	6,5	4
Dimensões do VPE (comprimento x largura x altura, em centímetros)	60 x 48 x 28	50 x 60 x 20	51 x 42 x 21	56,7 x 45 x 13,8	44 x 40 x 25
Fonte de energia	Monovolt	Bivolt	Não descrito	Não descrito	Monovolt

Quadro 1- Especificações técnicas dos viradores de página eletrônicos

Os viradores de página eletrônicos possuem características funcionais diversificadas

[28] http://www.enablemart.com/Catalog/Hardware/GEWA-Page-Turner.
[29] http://www.qicare.at/en/index.php.
[30] http://www.qedonline.co.uk/catalog/index.php?cPath=89.
[31] http://www.touchturner.com/index.htm.

que incluem a capacidade de folhear as páginas no sentido da direita para a esquerda (ordem de leitura padronizada nos países ocidentais) e/ou da esquerda para a direita (utilizada para retomar a leitura de uma página anterior já lida), viradas de páginas sequenciais (para uma folhagem rápida do material ou para a busca de uma página específica mais a frente ou atrás) e a inclinação do virador de página (que possibilita que o usuário faça a leitura deitado em uma cama ou sofá).

O quadro 2 mostra as características funcionais de cada virador de página.

VIRADORES	FLIP	GEWA	QI CARE	READABLE	TOUCH TURNER
Avanço e retrocesso das páginas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim (modelo RC) Não (modelo C)
Permite Inclinação do VPE	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Virar uma sequência de folhas	Sim	Sim	Não	Não	Não

Quadro 2 – Características funcionais dos viradores de páginas eletrônicos

Os VPE são controlados pelos usuários por meio de acionadores, estes promovem a acessibilidade física das pessoas com deficiências motoras. Os acionadores são confeccionados com design apropriado para adequar-se às diferentes habilidades das pessoas com deficiências físicas.

Do ponto de vista elétrico, um acionador é uma chave de contato momentaneamente aberto, que se fecha com a ativação feita pelo usuário. Os acionadores são confeccionados com plugue de conexão tipo P2.

Existem vários tipos de acionadores disponíveis no mercado. Eles se diferenciam no tamanho, na forma e no modo de ativação. Os acionadores mecânicos ativados por pressão podem ser comandados pelos movimentos da cabeça, braço, mão, perna e pé. Os acionadores pneumáticos são comandados pelo fluxo de ar da respiração (sopro e sucção). Já os acionadores por voz, são ativados pelo comando vocal do usuário. Existem também os acionadores por tração, os com sensores de proximidade e os acionadores que detectam um feixe de luz infravermelha pulsada e permite ser controlado pelo piscar dos olhos e outros movimentos como o das sobrancelhas, cabeça, dedo ou músculos faciais.

A escolha do acionador é feita considerando a habilidade do usuário. Por exemplo: os acionadores que oferecem maior área de contato podem tornar o comando de pessoas com

alterações de controle motor mais eficiente, já os acionadores movidos por toque leve facilitam a utilização de pessoas com limitações da amplitude ou diminuição da força muscular.

O Flip, o Qi Care e o Touch Turner têm acionadores próprios e também são compatíveis com outros modelos de acionadores disponíveis no mercado. O GEWA e o Readable possuem vários tipos de acionadores, mas não aceitam acionadores de outras marcas. O quadro três apresenta as opções de acionadores próprios oferecidos pelos VPE disponíveis no comércio.

VIRADORES	FLIP	GEWA	QI CARE	READABLE	TOUCH TURNER
Movimentos leves das mãos, dedos e queixo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Movimentos incontrolados pé e/ou mãos	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
Sensor de proximidade	Não	Não	Sim	Não	Não
Sopro/sucção	Não	Sim	Não	Não	Sim
Voz	Não	Não	Sim	Sim	Não
Inclinação da cabeça	Não	Não	Não	Sim	Não

Quadro 3 – Tipos de acionadores dos viradores de página eletrônicos

Das cinco marcas de VPE disponíveis no mercado, apenas o GEWA é comercializado por empresas brasileiras. Os preços dos viradores e dos acessórios variam de acordo com a marca e o modelo[32]. O Flip é vendido por US$ 3900,00 (dólares americanos), o GEWA por US$ 5425,00 (dólares americanos), o Qi Care por C$ 2813, 96 (dólares canadenses), o Touch Turner - RC por US$ 1550,00 (dólares americanos), Touch Turner – C por US$ 1250,00 (dólares americanos) e o Readable por £ 4500,00 (libras esterlinas).

Apesar de nenhum desses viradores de páginas disponíveis no mercado serem nacionais, no Brasil foram desenvolvidos vários protótipos de VPE.

O virador desenvolvido por Duarte e Vieira Neto (1996), compreende uma base de assentamento do livro aberto, em cuja região posterior tem dois braços que são movidos por

[32] Valores cotados em 3 de dezembro de 2010 nos sites informados anteriormente, exceto o Qi Care que foi cotado no site http://www.specialneedscomputers.ca/index.php?l=product_detail&p=501. O valor do Flip inclui um acionador, os demais não estão incluídos os acionadores.

motores elétricos. Esses deslocam angularmente a partir de uma posição inoperante de repouso para uma posição oposta de agarramento de folha. O acionamento dos braços é feito por meio de respectivos sensores de comando adequados ao grau de deficiência do usuário e cujos sinais são interpretados por um circuito de controles associados a sensores de posição. A preensão da folha é feita por um sistema de vácuo com ventosas.

O VPE construído por alunos de uma escola técnica e coordenado pelo professor Zago (2007) é controlado por meio de acionadores adaptados as necessidades dos usuários. O recurso folheia as páginas de materiais impressos apenas da direita para a esquerda. O sistema de preensão da folha é feito pelo sistema de vácuo.

O VPE desenvolvido por Silva et al. (2007) é um dispositivo comandado por voz, em que o usuário dita um dos comandos: “próximo” ou “anterior”, “direita” ou “esquerda” e frequência gerada pela voz do usuário é decodificada por um software que decide qual operação realizar. O hardware executa o acionamento de motores que realizam a parte funcional do equipamento. A preensão da folha é feita com a utilização de roletes emborrachados.

Além desses recursos, outros protótipos foram desenvolvidos no país e têm seus vídeos postados no Youtube.

Observa-se que no Brasil, apesar de existirem protótipos de viradores de página eletrônicos desenvolvidos, eles não chegam a virar um produto comercial. Este quadro se difere de outros países onde a oferta desses recursos é bem maior devido ao incentivo ao desenvolvimento e à produção de TA.

Para Mello (2006) o principal efeito desanimador para o empresariado e para a indústria brasileira em não desenvolver recursos de TA mais sofisticados é a dificuldade de aquisição dos brasileiros. Enquanto países do primeiro mundo as empresas mantenedoras de planos e seguros de saúde prevêem o financiamento de TA, no Brasil os recursos disponíveis são bastante limitados e o usuário tem que arcar com os custos e financiamentos particulares.

3 O MÉTODO

O desenvolvimento de produtos é o processo a partir do qual se obtêm informações sobre o mercado, que são transformadas em dados e bens necessários para a produção de um produto com fins comerciais (CLARK; FUJIMOTO[33], 1991 *apud* ROZENFELD; AMARAL, 2006). Este processo baseia-se no ciclo projetar, construir e testar que gera atividades necessariamente interativas de características multidisciplinares (ROZENFELD; AMARAL, 2006).

Existem várias abordagens de análise e intervenção no processo de desenvolvimento de produto. Neste trabalho, devido às limitações de tempo e recursos, o objetivo foi o desenvolvimento de um protótipo e não o desenvolvimento de um produto comercial. Portanto a metodologia empregada foi adaptada da metodologia que vem sendo aplicada para o desenvolvimento de protótipos como foi feito Santana (2005).

A metodologia divide-se em três etapas: **Especificação do Projeto**, **Projeto Conceitual** e **Construção do Protótipo**.

A etapa da **Especificação do Projeto** inicia-se com a identificação das necessidades dos usuários. Estas compreendem as expressões espontâneas dos usuários potenciais dos produtos, relacionadas com o projeto ou com o produto (FONSECA[34], 2000 *apud* SANTANA, 2005).

Considera-se como usuários potenciais dos VPE as pessoas com comprometimento funcional grave de membros superiores, que encontram limitação em folhear as páginas de um material impresso e os assistentes, cuidadores, professores, terapeutas ocupacionais que auxiliam no uso do recurso. As pessoas com deficiências são os usuários finais do protótipo, e os assistentes, cuidadores, professores, terapeutas ocupacionais e outros são usuários secundários.

As necessidades dos usuários finais do produto estão diretamente relacionadas à atividade que será realizada, às capacidades e limitações em realizá-las e a interface com o recurso de TA. A identificação da necessidade dos usuários finais foi elaborada a partir do estudo das pessoas com deficiências físicas com comprometimento de membros superiores apresentado no segundo capítulo e dos desejos e das dificuldades dos usuários, observadas

---

[33] CLARK, K. B.; FUJIMOTO, T. (1991). **Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry. Boston, Mass**.: Harvard Business School Press.

[34] FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. 2000. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

pela pesquisadora durante o atendimento a essa clientela em seu ambiente de trabalho. Também foram considerados os aspectos que envolvem a prática da leitura de um material impresso, e como contexto de utilização o ambiente domiciliar, hospitalar, de trabalho e ambientes educacionais, bibliotecas e as demais informações pesquisadas e apresentadas anteriormente.

As necessidades dos usuários secundários estão relacionadas às tarefas preliminares ao uso do recurso (ao preparo e montagem do recurso e ao posicionamento e ajuste do material de leitura), à manutenção (conservação, limpeza e acomodação), ao transporte e aos ajustes de eventuais erros de funcionamento. Também foram obtidas pelas características observadas pela pesquisadora no seu ambiente de trabalho.

Reconhecer as necessidades dos usuários e desenvolver o protótipo de acordo com estas necessidades é fundamental, pois contribui para evitar o abandono do recurso, uso inadequado ou a subutilização. Reconhecidas tais necessidades, estas foram desdobradas e convertidas em requisitos dos usuários. Os requisitos dos usuários consistem nas necessidades dos mesmos, escritas em linguagem de engenharia, de modo que possam ser compreendidas claramente pela equipe de projeto (FONSECA[35], 2000 *apud* SANTANA, 2005).

Após a determinação dos requisitos dos usuários, definiram-se os requisitos do projeto. Tais requisitos são características técnico-físicas mensuráveis, que o produto deve ter para satisfazer os requisitos dos usuários (FONSECA[35], 2000 *apud* SANTANA, 2005). Esses foram obtidos baseados no estudo da literatura do desenvolvimento de TA, dos viradores de páginas e protótipos apresentados no capítulo 2 e nas discussões com a equipe participante do projeto.

Estabelecido os requisitos do projeto, estes foram transformados nas especificações do projeto, que representam os objetivos que o protótipo deve atender para satisfazer as necessidades dos usuários e os requisitos do projeto, a forma de avaliação destes requisitos e dos aspectos indesejáveis. As especificações foram definidas baseadas nos estudos feito dos aspectos que envolvem a atividade de leitura de materiais impressos, das características dos usuários finais e secundários, dos viradores de página eletrônicos e dos protótipos de viradores de páginas eletrônicos apresentados no capítulo 2 e nas discussões entre os membros da equipe de trabalho.

---

[35] FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. 2000. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

No **Projeto Conceitual** as informações resultantes da etapa anterior são transformadas em uma concepção, que possibilita visualizar a forma do protótipo. Essa concepção é formada por um conjunto de princípios de solução destinados a atender as funções do produto e que, portanto, satisfaça as especificações do projeto.

Para a realização desta etapa foi necessário o estudo das soluções encontradas nos VPE e dos protótipos apresentados no capítulo 2, somada às soluções criativas propostas pelos profissionais envolvidos neste trabalho.

A terceira etapa, que consiste na C**onstrução do Protótipo,** contém a lista dos materiais utilizados, a sequência de montagem e descrição do funcionamento.

Este trabalho fundamentou-se em conhecimentos multidisciplinares nas áreas de engenharia mecânica e elétrica, ciências da computação, design de produtos, tecnologia assistiva, da leitura de livros impressos e das necessidades das pessoas com deficiência físicas e só foi possível devido à colaboração de profissionais das áreas envolvidas[36].

[36] Prof. Dr. Rodrigo Nicoletti, Marcelo Marchi, Maurício Tomé, Igor Miranda Mathias e Danielly Oliveira Silva.

4 RESULTADOS

1ª Etapa: Especificações do Projeto

As necessidades dos usuários finais do produto estão diretamente relacionadas à realização da atividade de leitura, a interface com o recurso de TA e ao contexto onde a atividade será realizada.

Identificou-se que para o usuário final realizar a leitura de um material impresso é necessário que o recurso folheie as páginas de um material impresso (em ambos os sentidos de leitura), posicione o material aberto no campo de visão do usuário, que tenha acionador adequado as capacidades físicas do mesmo para o controle do recurso, e que não apresente ruídos que interfiram na leitura.

Além desses aspectos concretos relacionados à atividade prevista ao recurso, Vicente et. al. (2003) apontam que a eficiência, segurança, durabilidade, estética adequada e preço realista, também são requisitos necessários para garantir melhor satisfação ao usuário.

Kintsch e DePaula (2002) acrescentam que os produtos projetados para serem utilizados por pessoas com dificuldade de controlar os movimentos e a força aplicada, devem suportar grande impacto, quedas ao solo sem danos, devem ser portáteis, acompanhar o usuário em diferente ambientes, com condições de clima, temperatura e iluminação variada. Outro requisito importante, segundo Scherer e Galvin[37] (1996 *apud* BERSCH, 2009) é a durabilidade e a facilidade no uso.

As necessidades dos usuários secundários estão relacionadas ao preparo e montagem do recurso, ao posicionamento e ajuste do material de leitura (tarefas preliminares ao uso), à conservação, limpeza e acomodação do recurso (manutenção), ao deslocamento do recurso e aos ajustes de eventuais erros de funcionamento.

Para satisfazer as necessidades dos usuários foi definido que o protótipo deve atender os seguintes requisitos dos usuários: folhear as páginas de um material impresso (no sentido da direita para esquerda e da esquerda para a direita), manter o material aberto no campo de visão do usuário, permitir ser controlado por pessoas com capacidades variadas, não ter ruídos que interfiram na leitura, ser portátil, ser de fácil utilização, ter manutenção simples, ser durável, ter boa estética, ter baixo custo e ser seguro.

---

[37] SCHERER, M. J.; GALVIN, J. C., 1996. An Outcomes Perspectives of Quality Pathways to Most Appropriate Technology. In J. C. S. Galvin, M. J. (Ed.) Evaluating, Selecting and Using Appropriate Assistive Technology (pp. 1-26) Gaithersburg: Aspen Publishers, Inc.

Determinados os requisitos dos usuários, estes foram transformados em requisitos do projeto. O quadro 4 mostra os dezessete requisitos do projeto e suas correlações com os requisitos dos usuários.

REQUISITOS DO PROJETO	REQUISITO DOS USUÁRIOS
Quantidade de folhas viradas a cada acionamento	Folhear as páginas de um material impresso
Sentido de folheagem das páginas	
Integridade do material de leitura	
Velocidade da virada da folha	
Tamanho e gramatura dos materiais impressos	
Posicionamento do material	Manter o material aberto no campo de visão do usuário
Inclinação do protótipo	
Nível de som emitido	Não apresentar ruídos
Interface de acionamento	Permitir ser controlado por pessoas com capacidades variadas
Peso	Ser portátil
Dimensão	
Interface de preparo do protótipo	Ser de fácil utilização
Manutenção	Ter manutenção simples
Integridade dos usuários	Ser seguro
Durabilidade	Ser durável
Estética	Ter boa estética
Custo de material	Ter baixo custo

Quadro 4 – Requisitos do projeto

As especificações do projeto são constituídas pelos requisitos do projeto com seus objetivos, formas de avaliação e aspectos indesejáveis (FONSECA[38], 2000 apud SANTANA, 2005).

Os quadros de especificações do projeto (Quadro 5, 6, 7 e 8) servem como informação básica e referencial para as fases seguintes do projeto. Os objetivos foram definidos baseados nos estudos feito da atividade de leitura, das características dos usuários, dos viradores de

[38] FONSECA, A. J. H. **Sistematização do processo de obtenção das especificações de projeto de produtos industriais e sua implementação computacional**. 2000. 180f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

página eletrônicos disponíveis no mercado e baseados nas discussões entre os membros da equipe de trabalho.

O quadro 5 apresenta as especificações do projeto que foram determinadas a partir do estudo dos aspectos que envolve a leitura de materiais impressos apresentados no capítulo 2.

REQUISITOS	OBJETIVO	FORMA DE AVALIAÇÃO	ASPECTOS INDESEJÁVEIS
Sentido de folheagem das páginas	Folhar em ambos os sentidos	Observação direta da função nos ensaios iniciais	Folhear num único sentido e não permitir retornar nas páginas anteriores
Tamanho e gramatura dos materiais impressos	Aceitar materiais com folhas de tamanho A4 e A5 e gramatura de 75 e 90g	Observação direta da adequação de materiais nos testes de bancada	Não adequação e baixa efetividade ou danificação do material
Posicionamento do material	Manter o material aberto e corpo do texto visível durante a leitura	Observação direta da visibilidade nos ensaios iniciais	Soltar a folha, prejudicar a visibilidade e compreensão da informação impressa
Inclinação do protótipo	Inclinar o protótipo para permitir a leitura com o usuário deitado e sentado	Observação direta do funcionamento nos testes de bancada	Soltar a folha, prejudicar o desempenho e a visibilidade
Nível de som emitido	Emissão de som abaixo de 45dB(A)	Medição do som do aparelho nos testes de bancada	Emissão de ruídos acima de 45dB(A)

Quadro 5 – Especificações do projeto obtidas a partir do estudo dos aspectos que envolvem a atividade de leitura

O quadro 6 mostra as especificações do projeto que foram determinadas a partir do estudo das características dos usuários finais e secundários descritas nos Capítulos 2 e 3.

REQUISITOS	OBJETIVO	FORMA DE AVALIAÇÃO	ASPECTOS INDESEJÁVEIS
Interface de acionamento	Permitir utilização de acionadores disponíveis no mercado	Verificação da presença da entrada do plugue P2	Uso restrito a algum grupo de pessoas
Interface de preparo do protótipo	Tarefas simples de preparo, tempo máximo de 15 minutos	Observação e Contagem do tempo utilizado de preparo do recurso nos ensaios iniciais	Não possibilitar manuseio de pessoas analfabetas, despender mais tempo que o previsto e abandono ou uso incorreto do recurso
Manutenção	Manutenção caseira	Avaliação da manutenção nos testes de bancada	Aumento do custo com manutenção
Custo de material	Quanto menos, melhor	Soma dos custos dos materiais utilizados	Comprometimento da qualidade do protótipo

Quadro 6 – Especificações do projeto determinadas a partir das características dos usuários

O quadro 7 destaca as especificações do projeto que foram determinadas a partir do estudo dos viradores de página eletrônicos disponíveis no mercado apresentados no Capítulo 2.

REQUISITOS	OBJETIVO	FORMA DE AVALIAÇÃO	ASPECTOS INDESEJÁVEIS
Velocidade da virada da folha	Entre 8 e 10 segundos	Contagem do tempo, nos ensaios iniciais	Lentidão da tarefa e desmotivação para a leitura
Durabilidade	Maior que 1 ano	Medido nos testes com os usuários	Encarecer os custos, reduzir o intervalo de manutenção
Peso	Peso menor que 3kg	Medição do peso do protótipo, após a construção	Não ser portável
Dimensão	Quanto mais compacta melhor	Medição da dimensão após a construção	Não ser portável

Quadro 7 - Especificações do projeto determinadas a partir do estudo dos viradores de página eletrônicos disponíveis no mercado

O quadro 8 destaca as especificações do projeto que foram determinadas após as discussões entre os membros da equipe de trabalho.

REQUISITOS	OBJETIVO	FORMA DE AVALIAÇÃO	ASPECTOS INDESEJÁVEIS
Quantidade de folhas viradas a cada acionamento	Virar uma folha por vez	Verificação da execução nos ensaios iniciais	Folhear mais de uma folha por vez ou nenhuma folha
Integridade do material de leitura	Manter a integridade em 100% do uso	Verificação dos danos nos ensaios iniciais	Perda das folhas
Estética	Boa estética	Avaliado pelos usuários	Abandono ou rejeição do recurso
Integridade dos usuários	Não causar danos aos usuários	Verificar danos causados nos testes com os usuários	Provocar danos aos usuários

Quadro 8 - Especificações do projeto determinadas após as discussões da equipe de trabalho

Os requisitos do projeto foram analisados segundo critérios de viabilidade econômica e tempo para realização do trabalho, e foram divididos em requisitos essenciais e secundários (Quadro 09).

Os requisitos essenciais são aqueles fundamentais ao funcionamento do protótipo e que serão privilegiados na construção, sendo os requisitos secundários aqueles que não serão atingidos no primeiro momento.

REQUISITOS ESSENCIAIS	REQUISITOS SECUNDÁRIOS
Quantidade de folhas viradas a cada acionamento	Sentido de folheagem das páginas
Velocidade da virada da folha	Tamanho e gramatura dos materiais impressos
Integridade do material de leitura	Inclinação do protótipo
Posicionamento do material	Peso
Nível de som emitido	Dimensão
Interface de acionamento	Manutenção
Interface de preparo do protótipo	Durabilidade
Integridade dos usuários	Estética
Custo de material	----------

Quadro 9 – Requisitos essenciais e secundários

2ª Etapa: Projeto Conceitual

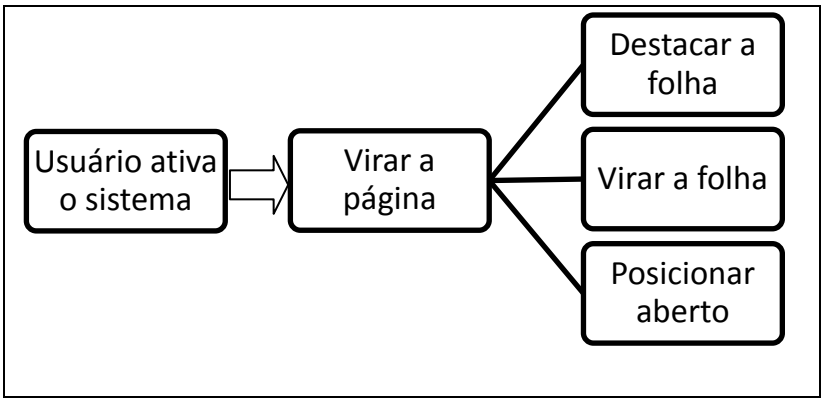
O conceito de um produto corresponde ao conjunto de requisitos que devem ser observados, atendidos ou satisfeitos para que uma solução identificada possa ser considerada como viável, previamente à sua comparação com as demais soluções apontadas. É uma construção imaginária, sendo o primeiro passo para a determinação das características materiais do produto (BARBOSA FILHO, 2006).

Nesta etapa buscou-se estabelecer a estrutura funcional do protótipo (determinada pelas funções do protótipo e pela seleção dos princípios de solução) e o modelo de concepção do protótipo.

As funções do protótipo foram determinadas a partir da análise criteriosa das especificações do projeto. Elas foram divididas em funções principal e auxiliares[39], sendo folhear as páginas do material impresso a principal função do protótipo, e destacar uma folha da outra, virá-la e posicionar o material aberto as funções auxiliares.

O objetivo de estabelecer a estrutura funcional do protótipo é auxiliar na busca por princípios de solução, pois estes são determinados para atender às funções do produto. O fluxograma abaixo mostra a estrutura funcional do protótipo.

[39] Subfunções da função principal, de menores graus de complexidade.



Fluxograma - Estrutura funcional do protótipo

A definição dos princípios de soluções utilizados foi estabelecida após reuniões com os participantes do projeto. Foram pesquisados os princípios de soluções dos VPE e dos protótipos apresentados no capítulo dois e também foram discutidos outros métodos criativos. Tais princípios foram avaliados segundo critérios de compatibilidade entre eles, atendimento das especificações do projeto e das funções do produto, e critério orçamentário. Foram descartados aqueles princípios que não atendiam a estes critérios e definidos os princípios de solução considerados mais promissores.

Para permitir que o controle do equipamento fosse feito por usuários com diferentes características, pensou-se em disponibilizar uma entrada do tipo minijack, compatível com o plugue de conexão P2. Dessa forma seria possível o uso dos mais variados tipos de acionadores e mouses adaptados disponíveis no mercado nacional e internacional, assim como a utilização de acionadores confeccionados artesanalmente que podem ser ajustados para atender a características e necessidades individuais dos usuários e têm custo mais acessível.

Para executar a função de virar uma folha por vez sem danificá-la, foi sugerida a montagem de um sistema eletro-mecânico com duas funções. A primeira de destacar uma folha da outra e a segunda de virar a folha destacada para o lado oposto. Para executar a primeira função, foi proposta a utilização de uma haste de arame galvanizado de dez centímetros de comprimento com uma esfera de borracha de um centímetro cúbico (para friccionar a folha o suficiente para destacá-la sem danificá-la) em uma extremidade, acoplado ao eixo de um servomotor para mover a haste. Para executar a segunda função pensou-se em uma haste de arame galvanizado de vinte centímetros acoplada a outro servomotor.

Para manter o material aberto durante a leitura foi proposta a utilização de presilhas confeccionadas de arames galvanizado moldados em “T” de cinco centímetros de altura, fixas no eixo dos servomotores posicionados nas laterais e na parte superior e inferior do protótipo para segurar o material aberto pelos quatro lados.

Foram selecionados servomotores da marca Gardiner, por serem de baixo ruído, terem torque constante, precisão de posição, curso de 0 a 360 graus, controle de rotação com ângulo de giro controlado pela largura do pulso enviado ao motor e baixa tensão de alimentação (5V).

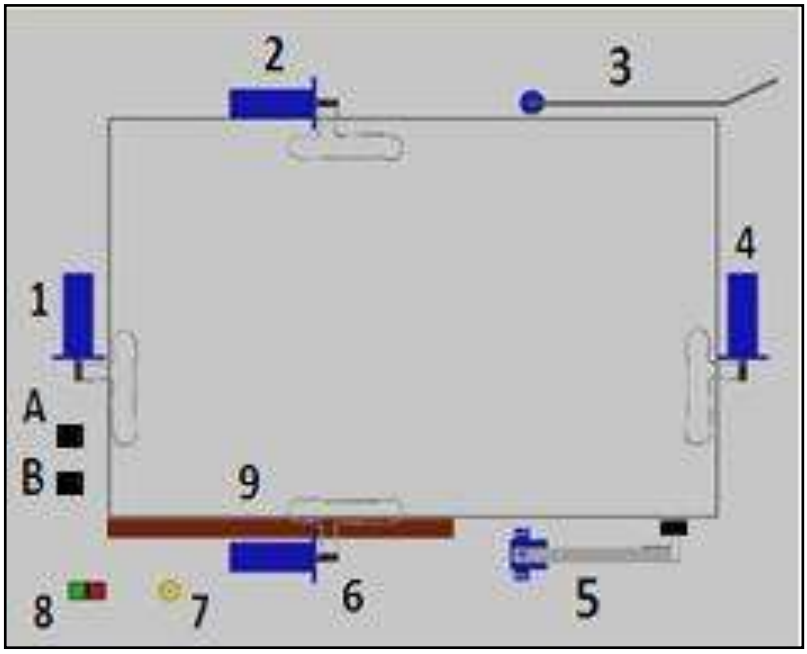
Para a geração do sinal de controle optou-se por um microcontrolador PIC 16F628A, devido ao custo acessível, a facilidade de encontrar no mercado e de programar.

Para testar estes princípios de solução foi definido que a construção deste protótipo seria projetada para uma revista de 210 x 275 x 5 milímetros, com encadernação canoa.

A base do protótipo foi projetada em placa de Eucatex de 580 x 390 x 3 milímetros, por ser leve e resistente para suportar o peso dos materiais impressos e das peças que serão fixadas na base. Na face frontal da base do protótipo foi projetada uma chave liga/desliga, uma entrada minijack compatível com o plugue de conexão P2, e dois botões de acionamento. Na face posterior a placa de circuito, os fios elétricos e o cavalete do protótipo.

As figuras 1 e 2 mostram o modelo conceitual do protótipo desenvolvido no software CAD[40]. Na figura 1, os desenhos de número 1, 2, 4 e 6 representam os servomotores da lateral esquerda, superior, da lateral direita e inferior respectivamente. Esses têm a função de manter a revista posicionada durante o funcionamento e aberta durante a leitura. O desenho de número 3 representa a haste superior que tem a função de virar a folha no sentido da direita para a esquerda. O desenho de número 5 representa a haste inferior que tem a função de destacar a folha que será folheada. O desenho de número 7 representa o miniplugue de conexão para uso de acionadores. O desenho de número 8 representa a chave liga/desliga do equipamento. O desenho de número 9 representa a haste de madeira que tem o objetivo de manter a revista posicionada durante o uso do protótipo. Os desenhos destacados pelas letras A e B representam os botões A e B que servem para abrir a presilhas para posicionar a revista no protótipo e fechá-la antes de iniciar o funcionamento.

[40] Desenvolvido por Danielly Oliveira Silva.



1 – Servomotor lateral esquerda
2 – Servomotor superior
3 – Haste superior
4 – Servomotor lateral direita
5 – Haste inferior
6 – Servomotor inferior
7 – Miniplugue
8 – Chave liga/desliga
9 – Haste de madeira
A – Botão A
B – Botão B

Figura 1 – Modelo conceitual em vista frontal

A figura 2 mostra a face posterior do protótipo, com uma caixa para proteção do sistema elétrico e um cavalete de sustentação do protótipo.

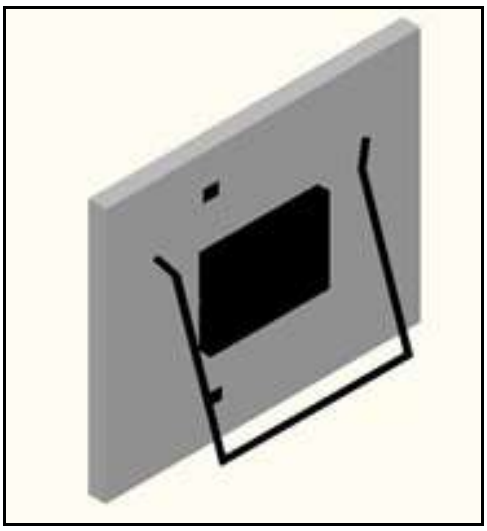


Figura 2 – Modelo conceitual em vista isométrica

3º Etapa: Construção do protótipo

A construção do protótipo[41] iniciou-se pela base, seguido do sistema elétrico e da programação do microcontrolador. Foram utilizados os seguintes materiais (Quadro 10):

[41] Realizada com a colaboração de Maurício Tomé e Igor Miranda Mathias.

Descrição	Quantidade	Unidade	Preço total (em reais)
Placa em Eucatex	580 x 390 x 3	milímetro	10,00
Servomotor (Gardiner)	6	peça	120,00
Cubo de borracha	1	peça	0,50
Arame galvanizado N18	0,05	quilograma	0,60
Parafuso e porca	24	peça	5,00
Cantoneira 24 x 24 mm	8	peça	5,00
Placa de circuito	1	peça	8,00
Microcontrolador PIC	1	peça	6,00
Resistor	7	peça	1,00
Capacitor	1	peça	0,10
Fio elétrico	2	metro	1,00
Chave de liga/desliga	1	peça	0,35
Botão de acionamento	2	peça	2,50
Conector minijack	1	peça	0,50
Fonte de energia bivolt	1	peça	11,00
		TOTAL	Rp171,55

Quadro 10 – Relação dos materiais utilizados na construção do protótipo

A descrição e as fotos a seguir ilustram a sequência de montagem. Primeiramente foi delimitado no centro da placa de Eucatex o tamanho da revista (210 x 275 x 5 milímetros) e posicionado, medido e recortado os locais dos seis servomotores.

Em seguida, partiu-se para a construção das quatro presilhas e das duas hastes. Para a construção de cada presilha, foi utilizado um recorte de quinze centímetros de arame galvanizado e estes foram moldados manualmente em formato de “T” (Foto 6).

Foto 6 – Servomotor com presilha moldada em “T”

Para a haste inferior que destaca uma folha da outra foi utilizado vinte centímetros de arame galvanizado. Um cubo de borracha foi preso um cubo de borracha de um centímetro

cúbico na extremidade que a haste toca a folha (Foto 7). Para confeccionar a haste superior, que vira a folha, foram utilizados trinta centímetros de arame galvanizado (Foto 8).

Feitas as presilhas e as hastes, estas foram parafusadas no eixo de seu respectivo servomotor. Os quatro servomotores com as presilhas foram acopladas na base com duas cantoneiras de 2,4 x 2,4 centímetros, quatro parafusos, arruelas e porcas. Os servomotores com as hastes foram presos na base por dois parafusos, arruelas e porcas.

Foto 7 – Servomotor com haste inferior

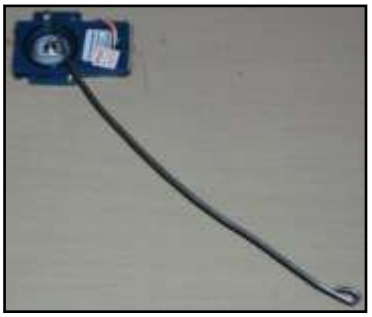


Foto 8 – Servomotor com haste superior

Para posicionar a revista adequadamente e evitar seu deslocamento durante o funcionamento do protótipo, foi fixada uma haste de madeira de 15 x 1 x 1 centímetros por dois parafusos na base do protótipo logo acima do servomotor com a presilha posicionado na parte inferior.

A foto 9 apresenta a estrutura física do protótipo do virador de página finalizada.

Foto 9 - Protótipo do virador de página

Finalizada a estrutura funcional da base do protótipo, partiu-se para a construção do sistema elétrico. Este foi construído com uma placa de circuito elétrico, um microcontrolador PIC 16F628A, sete resistores, um capacitor e fios elétricos que interligaram os servomotores a placa de circuito. A foto 10 apresenta a placa de circuito elétrico e a figura 3 representa o circuito elétrico simulado pelo Programa Propheus.

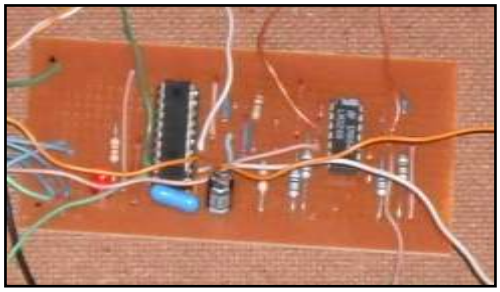


Foto 10 – Placa de circuito elétrico

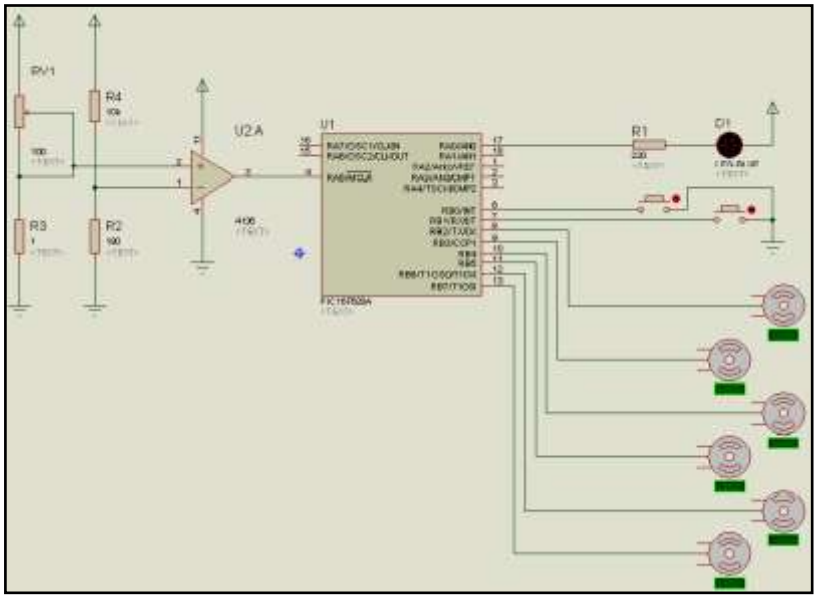


Figura 3 – Circuito elétrico simulado

O microcontrolador PIC 16F628A foi programado para atender a dois comandos[42]. O primeiro comando controla a abertura e o fechamento das presilhas, responsável para ajustar o material de leitura no protótipo. O segundo comando controla a folheagem das folhas. A programação do microcontrolador encontra-se no apêndice e o diagrama de pinos no anexo.

As fotos a seguir ilustram a sequência de funcionamento.

Comando 1a: Abrir as presilhas para posicionamento da revista no protótipo

[42] Programação realizada por Igor Miranda Mathias.

Na posição inicial, com o virador inoperante as presilhas ficam fechadas e as hastes superior e inferior permanecem paralelamente a base do protótipo.

Quando o usuário aciona a chave liga/desliga, o sistema está operante, abrem-se as quatro presilhas para o posicionamento da revista no protótipo (Foto 11), o usuário centraliza a revista na marcação desenhada na base.

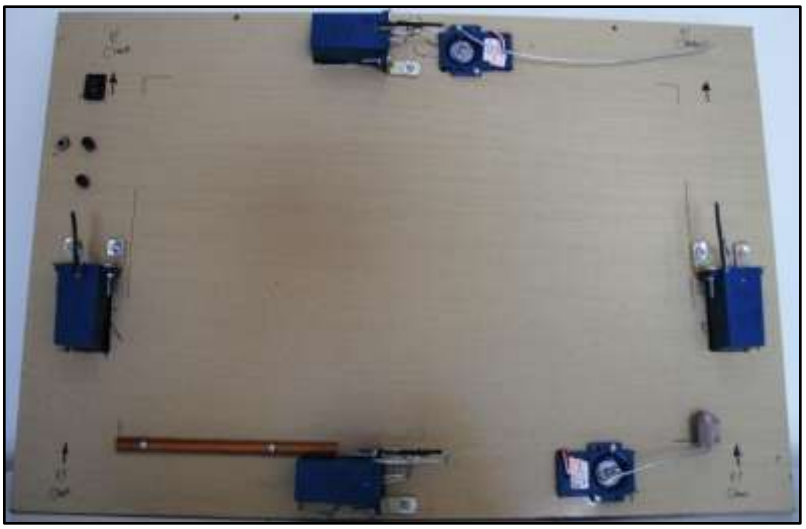


Foto 11 - Abertura das presilhas

Comando 1b – Fechar as presilhas

Posicionada a revista o usuário aciona o botão A que fecha as presilhas e mantém a revista posicionada (Foto 12).

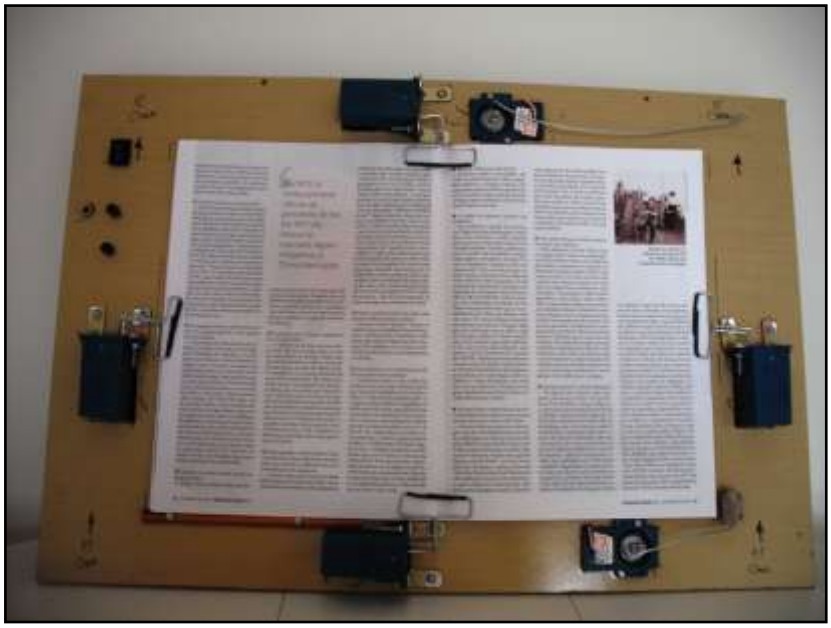


Foto 12 - Fechamento das presilhas

Comando 2 – Folhear as páginas da revista

Para iniciar a folheagem das páginas, o usuário final pressiona o acionador externo (escolhido de acordo com suas habilidades) ou o botão B, que inicia o comando 2. Primeiramente abre-se a presilha da lateral direita e superior (Foto 13), seguido da movimentação da haste inferior que destaca uma folha da outra (Foto 14).

Foto 13 - Abertura da presilha lateral direita e superior

Foto 14 - Haste inferior destaca a folha a ser virada

Na sequência a haste superior se posiciona sob a folha destacada e se prepara para virar a folha, fecha-se a presilha direita (Foto 15). A haste inferior retorna na posição inicial (Foto 16).

Foto 15 - Haste superior se prepara para virar a folha

Foto 16 - Retorno da haste inferior na posição inicial

Abrem-se as presilhas inferior e lateral esquerda (Foto 17), a haste superior vira a folha da direita para a esquerda (Foto 18).

Foto 17 - Abertura das presilhas inferior e lateral esquerda

Foto 18 - Haste superior vira a folha

Fecham-se as presilhas esquerda e inferior (Foto 19), a haste superior retorna na posição inicial, a presilha superior fecha e mantém a folha aberta (Foto 20).

Foto 19 - Fechamento das presilhas esquerda e inferior

Foto 20 - Retorno da haste superior e fechamento da presilha superior

Para a alimentação do sistema foi utilizado uma fonte de energia bivolt, que disponibiliza uma tensão de alimentação de 5V, sendo que os componentes eletrônicos do sistema trabalham na faixa de tensão elétrica de 4,5V e 6V.

Finalizada a construção do protótipo foram realizados ensaios técnicos para ajustes do sequenciamento dos servomotores e funcionamento geral do protótipo. O ajuste do movimento dos motores foi feito individualmente, tomando as posições (aberto e fechado) de cada um deles, efetuando um ajuste manual da posição no código do programa. Para acertar a posição das presilhas durante a leitura de uma revista, de maneira que os motores não fossem exigidos em excesso, foi utilizado como medida indireta da posição a medida da corrente através dos motores.

O quadro 11 apresenta as especificações do protótipo.

ESPECIFICAÇÕES	VALORES
Tamanho do material (comprimento x largura em milímetro)	210 x 275
Espessura do material (milímetro)	5
Peso do protótipo (quilograma)	1,3
Dimensões do protótipo (comprimento x largura x altura em milímetro)	580 x 390 x 80
Fonte de energia	Bivolt

Quadro 11 - Especificações do protótipo do virador de página

5 DISCUSSÃO

Reconhecer a importância do desenvolvimento de novas tecnologias para ampliar a acessibilidade das pessoas com deficiências físicas é essencial, uma vez que a situação atual é de falta de opções acessíveis e compatível com a realidade socioeconômica da maior parte da população brasileira.

A realidade que pessoas com deficiências enfrentam é o alto custo dos dispositivos de TA, a dificuldade de acesso a estes, além do desconhecimento da pessoa com deficiência, de seus familiares e muitas vezes dos profissionais de reabilitação dos recursos de TA disponíveis no mercado que podem ser utilizados na facilitação das atividades gerais e da falta de incentivos do governo para a aquisição e desenvolvimento de pesquisa e de produtos para este público.

São diversas as barreiras as quais as pessoas com deficiências física estão expostas na sociedade. As barreiras de comunicação e informação estão entre elas. Apesar de existirem no mercado recursos de TA para minorar estas barreiras, as pessoas com deficiência ficam restrita às tecnologias de alto custo, principalmente relacionados à leitura de materiais digitais. Acredita-se que todos devem ter a mesma oportunidade de acesso a informação transmitida seja por meio digital ou não.

Neste trabalho buscou-se desenvolver o protótipo de um virador de páginas tendo como meta final tentar minimizar a barreira física de acesso no manuseio de materiais impressos enfrentada pelas pessoas com grave comprometimento da funcionalidade dos membros superiores. Para isto foi necessário projetar e construir o protótipo de um virador de página eletrônico.

O método de desenvolvimento utilizado foi essencial para o êxito do projeto. A fase de especificação auxiliou os projetistas a abdicarem das idéias preconcebidas sobre as limitações das pessoas com deficiências e a buscarem transformar a tecnologia num amplificador das potencialidades do sujeito. Sabe-se que cada sujeito vive em um contexto específico e tem habilidades individuais, por isto é necessária a compreensão da realidade da maioria dos usuários, mas também possibilitar ajustes personalizados de acordo com as características individuais de cada sujeito. Estas características vão desde as habilidades psicomotoras ao interesse na atividade de leitura. Com os estudos ocorridos na fase inicial do desenvolvimento foi possível identificar os usuários e conhecer um pouco de suas características, limitações e potencialidades, determinar os requisitos dos usuários e dessa forma projetar o protótipo de maneira a adequá-lo às necessidades dos mesmos.

O desdobramento das necessidades identificadas em requisitos dos usuários e posteriormente em requisitos essenciais e secundários foi importante para a melhor compreensão do problema e definição das funções esperadas ao protótipo.

Determinar a estrutura funcional na fase do projeto conceitual possibilitou a determinação das funções do protótipo e otimizou a busca por princípios de solução que atendessem tais funções. Embora estivessem mais claras as funções que o protótipo desenvolveria, o desafio era ajustar o requisito da função, com o material adequado que primasse por ser de baixo custo, durável, pequeno e leve. Isto tudo coordenado num tempo de execução não muito grande.

O estudo dos princípios de solução utilizados pelos protótipos e pelos VPE encontrados nas pesquisas desenvolvidas anteriormente, associado aos métodos criativos da equipe participante do projeto foi fundamental para o desenvolvimento de uma solução inovadora que atendesse aos requisitos do projeto. Ao final, o modelo conceitual desenvolvido permitiu a visualização do protótipo e facilitou a construção do mesmo.

O protótipo desenvolvido pode ser um recurso que possibilite pessoas com deficiências físicas com comprometimento funcional de MMSS realizem a leitura de revistas com autonomia e maior independência. Em face à sua simplicidade de uso e baixo custo dos materiais utilizados, este parece estar em consonância com as condições sociais e culturais da maior parte da população brasileira.

Os resultados mostraram que as principais funções esperadas ao protótipo foram atendidas. Os ensaios iniciais possibilitaram verificar que o protótipo atendeu aos requisitos essenciais de virar uma folha por vez, com velocidade de virada menor que 10 segundos, sem danificar as folhas. Os princípios utilizados para posicionar o material aberto e permitir a visualização das informações impressas funcionaram adequadamente.

A implantação da entrada do plugue minijack P2 possibilitou a utilização de acionadores disponíveis no mercado e dos confeccionados artesanalmente. Dessa forma, o protótipo desenvolvido permite a interação de pessoas com deficiências físicas com comprometimento funcional de MMSS com habilidades e limitações diferentes com o protótipo desenvolvido, que porventura se beneficiam de inúmeros dispositivos de entrada/acionamento mais adequados à sua capacidade funcional.

Oferecer a oportunidade de escolha do acionador que melhor se adapta ao sujeito possibilita que a seleção do recurso seja feita em conjunto pelos prestadores de serviço (terapeutas ocupacionais, fisioterapeutas, fonoaudiólogas, pedagogas) e os próprios usuários da tecnologia.

A interface simples para a montagem do protótipo favorece o uso intuitivo e a compreensão das tarefas de preparo do equipamento por pessoas com baixo nível de instrução. A simplicidade das tarefas de preparo permite o ajuste do material em poucos minutos, o que estimula a utilização e diminui o abandono do equipamento.

O uso de tecnologia nacional e o baixo custo dos materiais utilizados (valor total dos materiais 171,55 reais) adéquam às condições socioeconômicas de pessoas que tenham baixa e média renda, e tais atributos favorecem a construção de um produto final comercializável.

O peso do protótipo de 1,3 kg (menos de 3 kg), abaixo do limite previsto e as dimensões compactas do protótipo (570mm de comprimento por 385mm de largura e 80mm de altura), tendo como referência a dimensão dos VPE comercializados, favorecem a transportabilidade do protótipo.

Ainda são necessários ajustes quanto aos requisitos secundários de virar páginas em ambos os sentidos, permitir a adaptação de materiais de tamanho e gramatura diferentes, e a inclinação do protótipo para leitura com o usuário sentado ou deitado.

No que concerne ao teste de bancada e teste com os usuários a ser desenvolvido em um estudo futuro, itens como vida útil do protótipo, nível de ruído emitido, qualidade da manutenção, durabilidade, estética e integridade dos usuários deverão ser avaliados.

O presente trabalho representou um avanço em termos do problema hoje enfrentado. Acredita-se que o protótipo desenvolvido contribui para o estímulo e a prática da leitura e para a inclusão social desses indivíduos, por ser uma opção eficiente e compatível com a realidade socioeconômica da maior parte da população.

6 CONCLUSÃO

Foi possível desenvolver um protótipo de virador de páginas capaz de folhear uma página por vez com velocidade menor de 10 segundo e mantendo a integridade das folhas, com peso leve (1,3kg), dimensões pequenas (580 x 390 x 80mm), com interface de acionamento que permite o uso de diferentes tipos de acionadores disponíveis no mercado ou produzidos artesanalmente e com baixo custo de material (171,55 reais).

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste projeto foi considerada efetiva tendo como resultado deste estudo um protótipo virador de páginas de materiais impressos.

Devido à limitação do tempo para a realização deste trabalho e o lidar com situações adversas inerentes ao próprio desenvolvimento do estudo, não foi possível a realização de alguns aspectos que ficam como sugestão para trabalhos futuros:

- A busca por princípios de solução para atender aos requisitos secundários do projeto de folhear as páginas de um material impresso no sentido da esquerda para a direita, permitir a inclinação do protótipo e a adequação de materiais de diferentes tamanhos;
- Realizar teste de bancada para verificar o atendimento dos requisitos: Durabilidade, tempo de vida útil, manutenção necessária, o nível de som emitido e integridade dos usuários;
- Realizar testes clínicos com os usuários finais e secundários para verificar o atendimento dos requisitos: Interface de preparo do protótipo e estética;
- Pesquisar as necessidades dos possíveis fabricantes e comercializadores do protótipo;
- Aprofundar na avaliação de custos de produção e valor final do produto.

O Brasil caminha para a construção de uma sociedade inclusiva. Nos últimos anos, houve avanços significativos na legislação e o aumento de políticas públicas que priorizam a inclusão social das minorias, mas, apesar disto, a implantação de práticas inclusivas continua um processo lento e difícil. Torna-se necessário e urgente o envolvimento e conscientização de toda a sociedade, principalmente de profissionais, das organizações em defesa das pessoas com deficiências, das próprias pessoas segregadas e de seus familiares.

Desta forma, o desenvolvimento de recursos de Tecnologia Assistiva tais como o virador de página não basta para o difícil desafio da inclusão de pessoas com deficiências. É necessário o desenvolvimento de políticas de acesso, fomento à pesquisa que tenham como foco o desenvolvimento de produtos, uso e aplicação destes, sensibilização dos usuários, familiares e profissionais para a manutenção da capacidade funcional do indivíduo das tarefas

mais básicas às mais sofisticadas, capacitação dos profissionais e utilizadores finais entre outros aspectos.

REFERÊNCIAS

ARANHA, M.S.F. (2001). Paradigma da relação da sociedade com as pessoas com deficiências. **Revista do Ministério Público do Trabalho**, v.11, n.21, p.160-73, mar. Disponível em:<http://www.centroruibianchi.sp.gov.br/usr/share/documents/08dez08_biblioAcademico_paradigmas.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2000). **NBR 10152**: Nível de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro.

_____. (2004). **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 2.ed. Rio de Janeiro.

ASSUMPÇÃO, G.F.P.; ITO, A.C.F. (2005). Toda maneira de ler vale à pena. In: CONGRESSO DE LEITURA DO BRASIL, 15., Campinas, 2005. **Anais do 15º Congresso de Leitura do Brasil**, Campinas: Universidade Estadual de Campinas.

BARBOSA FILHO, A.N. (2006). Diretrizes para a escolha do produto de tecnologia assistiva orientado ao usuário. In: FÓRUM DE TECNOLOGIA ASSISTIVA E INCLUSÃO SOCIAL DA PESSOA DEFICIENTE, Belém, 2006. **Anais do I Fórum de Tecnologia Assistiva e Inclusão Social da Pessoa Deficiente,** Belém: Universidade do Estado do Pará. p.227-228.

BATTISTELLA, L.R.; BRITO, C.M.M. (2002). Classificação internacional de funcionalidade. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v.9, n.2, p.98-101.

BERSCH, R.C.R. (2006). **Tecnologia assistiva**. Disponível em:<http://www.assistiva.com.br/#categorias>. Acesso em: 20 mar. 2010.

_____. (2009). **Design de um serviço de tecnologia assistiva em escolas públicas**. 231f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

BRANDÃO, J.S. (1984). **Desenvolvimento psicomotor da mão**. Colaboração de Janne Calhau Mourão, Lucy Cunha Veras. Rio de Janeiro: Enelivros.

BRASIL. (2003). **Lei nº 10.753, de 30 de outubro de 2003**. Disponível em:<http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/leis/2003/lei10753.htm>. Acesso em: 10 out. 2010.

_____. (2004). **Decreto nº 5.296, de 02 de dezembro de 2004**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5296.htm#art70>. Acesso em: 10 abr. 2010.

_____. (2009). **Decreto nº 6.946, de 25 de agosto de 2009**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm >. Acesso em: 10 maio 2010.

BRASIL. Ministério de Ciências e Tecnologia. (2005). Disponível em:<http://www.mct.gov.br/>. Acesso em: 10 jan. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Especial. (2006). **Portal de**

ajudas técnicas. Disponível em:<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/ajudas_tec.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2010.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial dos Direitos Humanos. Coordenadoria Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. (2007a). **Ata da 7. reunião - CAT**. Brasília. Disponível em:<http://www.mj.gov.br/corde/arquivos/doc/Ata_VII_Reunião_do_Comite_de_Ajudas_Técnicas.doc>. Acesso em: 20 out. 2009.

_____. (2007b). **Convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência:** protocolo facultativo à convenção sobre os direitos das pessoas com deficiência. Brasília. Disponível em:<http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:lAOfbMEVP3AJ:portal.mec.gov.br/index.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D424%26Itemid%3D+convens%C3%A3o+onu+pessoas+com+deficiencias&hl=pt-BR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEEShEXqLTb2YJmCPLpnLrIlUcAOc7EcIUQ-3WP61kENbXZsUnXInMUs5SeoECB0MeGE4tbVmBY4bRQFNQ4BpxNjz6821OcL_057uFJyVtz6I0ft7Oyugzqsu2MEEd9BhkP2Mo7epm&sig=AHIEtbRWq7_N_KKaPz1XkEoOhsWIE-kajA>. Acesso em: 15 mar. 2010.

BUCHALLA, C.M. (2003). A Classificação internacional de funcionalidade, incapacidade e saúde. **Acta Fisiátrica**, São Paulo, v.10, n.1, p.29-31.

COOK, A.M.; POLGAR, J.M. (2008). **Cook & Hussey's assistive technologies:** principles and pratice. 3rd ed. St.Louis: Mosby Elsevier.

CRABB, J.J.; WHITE, T.E.; BOVIS, S.C. (1976). A Page turner and reading stand for the physically handicapped. **British Dental Journal**, London, v.140, n.5, p.183-184, mar.

DUARTE, C.B.; VIEIRA NETO, J.B. (1996). **Dispositivo virador de páginas**. BR n. PI. 9500138-7, 31 dez. 1996.

GALVÃO FILHO, T.A. (2008). Tecnologia para a autonomia. **Revista SENTIDOS**, São Paulo, v.8, n.45, p.18, fev./mar. Depoimento a Adriana Perri.

_____. (2009a). Tecnologia assistiva: de que se trata?. In: MACHADO, G.J.C.; SOBRAL, M.N. (Org.). **Conexões**: educação, comunicação, inclusão e interculturalidade. Porto Alegre: Redes. p.207-235.

_____. (2009b). **Tecnologia assistiva para uma escola inclusiva**: apropriação, demandas e perspectivas. 346f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

GALVÃO FILHO, T.A.; DAMASCENO, L.L. (2008). Tecnologia assistiva em ambiente computacional: recursos para a autonomia e inclusão sócio-digital da pessoa com deficiência. In: TECNOLOGIA Assistiva nas escolas: recursos básicos de acessibilidade sócio-digital para pessoas com deficiência. São Paulo: Instituto de Tecnologia Social (ITS Brasil); Microsoft|Educação. p.25-38.

GASKING, A.J.; ROCKALL, F.W. (1966). The Stanmore page turner. **Special Education**, London, v.55, n.2, p.22, Summer.

GIL, M.; MERESMAN, S. (2007). Sociedade inclusiva e a contribuição da tecnologia assistiva. **Revista Conhecimento** - ponte para a vida, São Paulo, v.1, n.1/2, p.38-42.

HASHIMA, S.K. (1993). **Virador automático de páginas de livro**. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2000). **Censo demográfico 2000**: características gerais da população: resultados da amostra: tabelas de resultados. Rio de Janeiro. Disponível em:<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/populacao/deficiencia_Censo2000.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (2009). **Resultado do censo da educação básica 2009**. Brasília, DF: Ministério da Educação; Diretoria de Estatísticas Educacionais. Disponível em:<http://www2.inep.gov.br/download/censo/2009/TEXTO_DIVULGACAO_EDUCACENSO_20093.pdf >. Acesso em: 10 out. 2010.

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMAS TÉCNICAS (2007). **UNIT-ISO 9999:2007**: Productos de apoyo para personas con discapacidad - clasificación y terminología. Disponível em:<http://www.unit.org.uy/misc/catalogo/9999.pdf>. Acesso em: 20 out. 2009.

JAROSZEWSKI, G.C.; ZEIGELBOIM, B.S.; LACERDA, A. (2007). Ruído escolar e sua implicação na atividade de ditado. **Revista CEFAC**, São Paulo, v.9, n.1, mar. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462007000100016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 16 jul. 2010.

KINTSCH, A.; DEPAULA, R. (2002). **A Framework for the adoption of assistive technology**. Disponível em:<http://l3d.cs.colorado.edu/clever/assets/pdf/ak-SWAAAC02.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2010.

KRIEGL, M.L.S. (2001). Leitura – um desafio sempre atual. **Revista PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.1-12. Disponível em:<http://www.bomjesus.br/publicacoes/pdf/revista_PEC/leitura_um_desafio_sempre_atual.pdf>. Acesso em: 20 maio 2010.

LAURENTANA, S.M.; LIEPMANN, D. (1957). Head-band page turner. **American Journal of Occupational Therapy**, Boston, v.11, n.2 Part 1, p.75-76, Mar./Apr.

LOURENÇO, G.F. (2008). **Protocolo para avaliar a acessibilidade ao computador para alunos com paralisia cerebral**. 212 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MACIEL, M.R.C. (2000). Portadores de deficiência: a questão da inclusão social. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v.14, n.2, jun. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000200008&lng= en&nrm=iso>. Acesso em: 19 mar. 2010.

MARK, W.C.K. (2001). **Automatic book page turner (prototype)**. 116f. Thesis (Bachelor of Engineering Electrical) - Faculty of Information Technology and Electrical Engineering, University of Queensland, Brisbane, 2001.

MELLO, M.A.F. (2006). A Tecnologia assistiva no Brasil. In: FÓRUM DE TECNOLOGIA ASSISTIVA E INCLUSÃO SOCIAL DA PESSOA DEFICIENTE, Belém, 2006. **Anais do I Fórum de Tecnologia Assistiva e Inclusão Social da Pessoa Deficiente,** Belém: Universidade do Estado do Pará, 2006. p.5-10.

MICROCHIP. (2007). **PIC16F627A/629A/648A data sheet:** flash-based, 8-bit CMOS. [S.l.]: Microcontollers with nano Watt Technology.

MORYA, E.; GARCIA, J.C.D. (2007). Pesquisa nacional de tecnologia assistiva. **Revista Conhecimento** – ponte para a vida. São Paulo, v.1, n.1/2, p.43-49, mar.

NASCIMENTO, L.S. (2009). **A Influência do ruído ambiental no desempenho de escolares nos testes de padrão tonal de frequência e padrão tonal de duração**. 222 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

NERI, M.C.; SOARES, W.L. (2004). Idade, incapacidade e o número de pessoas com deficiências. **Revista Brasileira de Estudos de População**, Campinas, v.21, n.2, p.303-321, jul./dez. Disponível em:<http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/rev_inf/vol21_n2_2004/vol21_n2_2004_9artigo_p303a321.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.

NÚCLEO DE INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR (2009). **Análise dos resultados da TIC domicílios 2009**. Disponível em:<http://www.cetic.br/usuarios/tic/2009/analise-tic-domicilios2009.pdf>. Acesso em: 28 out. 2010.

OFFICER, T.M. (1991). A Microprocessor controlled page turner. **Biomedical Sciences Instrumentation**, New York, v.27, p.141-144.

OLIVEIRA, P.F.; SEVERINO, T.S. (2004). **O Teatro e a música como auxílio no ato de leitura**. Disponível em:<http://www.meuartigo.brasilescola.com/educacao/o-teatro-musica-como-auxilio-no-ato-leitura.htm>. Acesso em: 24 jun. 2009.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE (2003). **Classificação internacional de funcionalidade, Incapacidade e Saúde**. Tradução do Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para Família de Classificações Internacionais, Cássia Maria Buchalla. São Paulo: EDUSP.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (2007). **Datos sobre discapacidad en el mundo del trabajo**. Genebra. Disponível em:<http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/publication/ wcms_087709.pdf>. Acesso em: 10 maio 2010.

PAIS, M.P.M.B.C. (2009). Os Espaços e a motivação para a leitura. In: CONGRESSO INTERNACIONAL GALEGO-PORTUGUÊS DE PSICOPEDAGOGIA, 10., 2009, Braga.

Actas do X Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia, Braga: Universidade do Minho, 2009. p. 4536-4550.

PEDRETTI, L.W.; EARLY, M.B. (2005). **Terapia ocupacional**: capacidades práticas para disfunções físicas. Tradução de Lúcia Speed Ferreira de Mello; Cláudio Assencio Rocha; revisão científica de Angela Gonçalves Marx. 5.ed. São Paulo: Roca.

PORTAL NACIONAL DE TECNOLOGIA ASSISTIVA (2006). Disponível em:<http://www.assistiva.org.br>. Acesso em: 2 fev. 2010.

REDE SACI (2010). Disponível em:<http://saci.org.br/>. Acesso em: 26 abr. 2010.

RESENDE, A.; DEL'ARCO, A. (2004). **O Que precisa mudar para que os portadores de deficiência sejam vistos como eficientes profissionais**. Disponível em:<http://www.saci.org.br/index.php?modulo=akemi&parametro=12778>. Acesso em: 2 dez. 2010.

RESENDE, M.C.; NERI, A.L. (2005). Atitudes de adultos com deficiência física frente ao idoso, à velhice pessoal e a pessoas com deficiência física. **Estudos de Psicologia**, Campinas, v.22, n.2, p.123-131. Disponível em:<http://www.scielo.br/pdf/estpsi/v22n2/v22n2a02.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2010.

ROZENFELD, H.; AMARAL, D.C. (2006). **Conceitos gerais de desenvolvimento de produtos**. Disponível em:<http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/Desenvolvimento_de_Produto.html#top >. Acesso em: 10 set. 2010.

RUSSELL, W.R.; SCHUSTER, E. (1964). Page-turner for patients with paralysed hands. **Lancet**, London, v.2, n.7365, p.893-894, Oct.

SANTANA, F.E. (2005). **Desenvolvimento do protótipo de uma máquina para lavação de lanternas no cultivo de ostras**. 214f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Catarina, Florianópolis, 2005.

SAVAGE, J.H. (1977a). A Simple aid to page turning. **Nursing Mirror Midwives Journal**, Sutton, v.144, n.17, p.46-47, Apr.

_____. (1977b). Reading aids for handicapped patients. Book-rest, page-holder, and page-turner. **Nursing Mirror Midwives Journal**, Sutton, v.144, n.18, p.60-62, May.

SILVA, A.B. et al. (2007). **Virador automático de páginas comandado por voz**. Monografia (Trabalho de Graduação) - Instituto Mauá de Tecnologia. Disponível em:<http://www.maua.br/public/arquivos/imt/anuario2008/TG2007-8contr.pdf>. Acesso em: 10 out. 2010.

SOUZA, L. (2007). **A Importância da leitura para a formação de uma sociedade consciente**. Disponível em:<http://dici.ibict.br/archive/00001095/01/aimportanciadaleitura.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2009.

UNITED STATES (1998). **Assistive technology act de 1998 P.L. 105-394, S. 2432**. Disponível em:<http://section508.gov/docs/AT1998.html#3>. Acesso em: 20 Feb. 2010.

VICENTE, M.A.L. et al. (2003). **Datus**: cómo obtener productos con alta usabilidad? Guía práctica para fabricantes de productos de la vida diária y ayudas técnicas. Valencia: Fundación CEDAT/Instituto de Biomecanica de Valencia. Disponível em:<http://www.imagina.org/archivos/usable_Gpf.pdf>. Acesso em: 10 Nov. 2010.

VIEIRA, M.C. (2006). **A Importância da leitura**. Disponível em:<http://www.colegiosantamaria.com.br/santamaria/aprenda-mais/artigos/ver.asp?artigo_id=>. Acesso em: 9 out. 2009.

ZAGO, T.J. (2007). Vira página. **Jornal da Cidade**, Bauru, 4 nov. 2007. Depoimento a Adilson Camargo. Disponível em:<http://www.jcnet.com.br/busca/busca_detalhe2007.php?codigo=116941>. Acesso em: 10 mar. 2009.

ANEXO – Diagrama de pino do Microcontrolador PIC 16F628A (MICROCHIP, 2007)

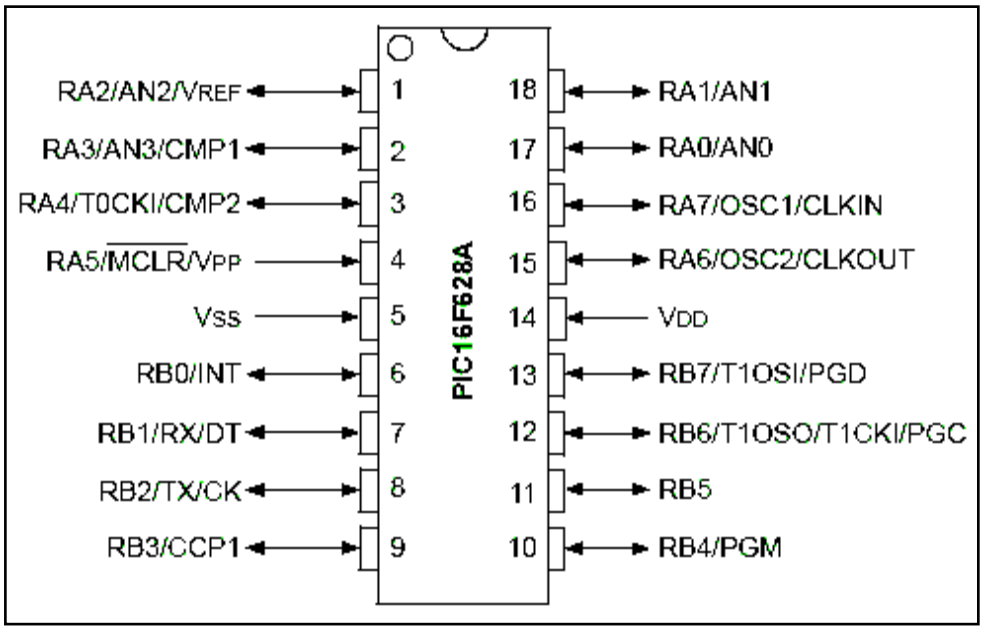


Figura 4 – Diagrama de pinos do microcontrolador PIC 16F628A

APÊNDICE - Código de programação do Microcontrolador

```
#include "Servo.h"
int io;              //Seleção do servo
int cont;            //Usada como atraso na rotina do Timer2
int cont_LED;
int1 OVERTORQ2;      //Overtorque ocorreu no servo2
int1 OVERTORQ3;      //Overtorque ocorreu no servo3
int1 OVERTORQ4;      //Overtorque ocorreu no servo4
int1 OVERTORQ5;      //Overtorque ocorreu no servo5
int16 s[6];          //posição do servo no momento
int16 sp[6];         //set point do servo
int   si[6];         //incremento do servo(velocidade)

#int_TIMER1
void  TIMER1_isr(void)
{
  output_b (0x00);
  switch (io)
  {
    case 0:
      set_timer1(s[1]);
      output_bit(SERVO1,1);
    break;
    case 1:
      set_timer1(s[2]);
      output_bit(SERVO2,1);
    break;
    case 2:
      set_timer1(s[3]);
      output_bit(SERVO3,1);
    break;
    case 3:
      set_timer1(s[4]);
      output_bit(SERVO4,1);
    break;
    case 4:
      set_timer1(s[5]);
      output_bit(SERVO5,1);
    break;
    case 5:
      disable_interrupts(int_timer1);
      if (s[0] > sp[0])
      {
        if (si[0] == 0)
          s[0] = sp[0];
        if (s[0]-sp[0] > si[0])
          s[0] -= si[0];
        else
          s[0] = sp[0];
      }
      if (s[0] < sp[0])
      {
        if (si[0] == 0)
          s[0] = sp[0];
        if (sp[0]-s[0] > si[0])
          s[0] += si[0];
        else
          s[0] = sp[0];
      }
```

```
if (s[1] > sp[1])
{
  if (si[1] == 0)
    s[1] = sp[1];
  if (s[1]-sp[1] > si[1])
    s[1] -= si[1];
  else
    s[1] = sp[1];
}
if (s[1] < sp[1])
{
  if (si[1] == 0)
    s[1] = sp[1];
  if (sp[1]-s[1] > si[1])
    s[1] += si[1];
  else
    s[1] = sp[1];
}
if (!OVERTORQ2)
{
  if (s[2] > sp[2])
  {
    if (si[2] == 0)
      s[2] = sp[2];
    if (s[2]-sp[2] > si[2])
      s[2] -= si[2];
    else
      s[2] = sp[2];
  }
  if (s[2] < sp[2])
  {
    if (si[2] == 0)
      s[2] = sp[2];
    if (sp[2]-s[2] > si[2])
      s[2] += si[2];
    else
      s[2] = sp[2];
  }
}
else
{
  if (s[2] > sp[2])
    s[2] += VELOC_OVERTORQ;
  if (s[2] < sp[2])
    s[2] -= VELOC_OVERTORQ;
}
if (!OVERTORQ3)
{
  if (s[3] > sp[3])
  {
    if (si[3] == 0)
      s[3] = sp[3];
    if (s[3]-sp[3] > si[3])
      s[3] -= si[3];
    else
      s[3] = sp[3];
  }
  if (s[3] < sp[3])
  {
    if (si[3] == 0)
```

```
        s[3] = sp[3];
      if (sp[3]-s[3] > si[3])
        s[3] += si[3];
      else
        s[3] = sp[3];
    }
  }
  else
  {
    if (s[3] > sp[3])
      s[3] += VELOC_OVERTORQ;
    if (s[3] < sp[3])
      s[3] -= VELOC_OVERTORQ;
  }
  if (!OVERTORQ4)
  {
    if (s[4] > sp[4])
    {
      if (si[4] == 0)
        s[4] = sp[4];
      if (s[4]-sp[4] > si[4])
        s[4] -= si[4];
      else
        s[4] = sp[4];
    }
    if (s[4] < sp[4])
    {
      if (si[4] == 0)
        s[4] = sp[4];
      if (sp[4]-s[4] > si[4])
        s[4] += si[4];
      else
        s[4] = sp[4];
    }
  }
  else
  {
    if (s[4] > sp[4])
      s[4] += VELOC_OVERTORQ;
    if (s[4] < sp[4])
      s[4] -= VELOC_OVERTORQ;
  }
  if (!OVERTORQ5)
  {
    if (s[5] > sp[5])
    {
      if (si[5] == 0)
        s[5] = sp[5];
      if (s[5]-sp[5] > si[5])
        s[5] -= si[5];
      else
        s[5] = sp[5];
    }
    if (s[5] < sp[5])
    {
      if (si[5] == 0)
        s[5] = sp[5];
      if (sp[5]-s[5] > si[5])
        s[5] += si[5];
      else
```

```
            s[5] = sp[5];
          }
        }
        else
        {
          if (s[5] > sp[5])
            s[5] += VELOC_OVERTORQ;
          if (s[5] < sp[5])
            s[5] -= VELOC_OVERTORQ;
        }
        if (sp[0] < S0_DEFAUT - 500)
          sp[0] = S0_DEFAUT - 500;
        if (sp[0] > S0_DEFAUT + 500)
          sp[0] = S0_DEFAUT + 500;
        if (sp[1] < S1_DEFAUT - 500)
          sp[1] = S1_DEFAUT - 500;
        if (sp[1] > S1_DEFAUT + 500)
          sp[1] = S1_DEFAUT + 500;
        if (sp[2] < S2_DEFAUT - 500)
          sp[2] = S2_DEFAUT - 500;
        if (sp[2] > S2_DEFAUT + 500)
          sp[2] = S2_DEFAUT + 500;
        if (sp[3] < S3_DEFAUT - 500)
          sp[3] = S3_DEFAUT - 500;
        if (sp[3] > S3_DEFAUT + 500)
          sp[3] = S3_DEFAUT + 500;
        if (sp[4] < S4_DEFAUT - 500)
          sp[4] = S4_DEFAUT - 500;
        if (sp[4] > S4_DEFAUT + 500)
          sp[4] = S4_DEFAUT + 500;
        if (sp[5] < S5_DEFAUT - 500)
          sp[5] = S5_DEFAUT - 500;
        if (sp[5] > S5_DEFAUT + 500)
          sp[5] = S5_DEFAUT + 500;
      break;
    }
    io++;
  }
  #int_TIMER2
  void  TIMER2_isr(void)
  {
    io = 0;
    output_b(0x00);
    output_bit(SERVO0,1);
    set_timer1(s[0]);
    enable_interrupts(INT_TIMER1);
    cont++;
    cont_LED++;
    switch (cont)
    {
      case 10:
        cont = 0;
        if( input(TORQUE2))
        {
          OVERTORQ2 = 1;
          output_bit(LED,0);
        }
        else
        {
          if (OVERTORQ2)
```

```
        {
          sp[2] = s[2];
          OVERTORQ2 = 0;
          OUTPUT_BIT(LED,1);
        }
      }

      if( input(TORQUE3))
      {
        OVERTORQ3 = 1;
        output_bit(LED,0);
      }
      else
      {
        if (OVERTORQ3)
        {
          sp[3] = s[3];
          OVERTORQ3 = 0;
          OUTPUT_BIT(LED,1);
        }
      }
      if( input(TORQUE4))
      {
        OVERTORQ4 = 1;
        output_bit(LED,0);
      }
      else
      {
        if (OVERTORQ4)
        {
          sp[4] = s[4];
          OVERTORQ4 = 0;
          OUTPUT_BIT(LED,1);
        }
      }
      if( input(TORQUE5))
      {
        OVERTORQ5 = 1;
        output_bit(LED,0);
      }
      else
      {
        if (OVERTORQ5)
        {
          sp[5] = s[5];
          OVERTORQ5 = 0;
          OUTPUT_BIT(LED,1);
        }
      }
    break;
  }
  switch (cont_LED)
  {
    case 25:
      cont_LED = 0;
      OUTPUT_BIT(LED,!input(LED));
    break;
  }

}
```

```
void main()
{
  INT1  ABERTO;
  set_tris_a(0b11101111);
  set_tris_b(0b00000011);
  port_b_pullups(TRUE);
  io = 0;
  //RESETA TODOS OS SERVOS
  s[0] = S0_DEFAUT + 500;    //ACERTAR DE ACORDO COM A POSIÇÃO INICIAL(fazer a dobra)
  sp[0] = s[0];
  si[0] = 0;
  s[1] = S1_DEFAUT - 500;    //ACERTAR DE ACORDO COM A POSIÇÃO INICIAL(virar a pagina)
  sp[1] = s[1];
  si[1] = 0;
  s[2] = S2_DEFAUT + 500;    //ACERTAR DE ACORDO COM A POSIÇÃO INICIAL(prezilha ESQ)
  sp[2] = s[2];
  si[2] = 0;
  s[3] = S3_DEFAUT + 500;    //ACERTAR DE ACORDO COM A POSIÇÃO INICIAL(prezilha TOP)
  sp[3] = s[3];
  si[3] = 0;
  s[4] = S4_DEFAUT - 500;    //ACERTAR DE ACORDO COM A POSIÇÃO INICIAL(prezilha DIR)
  sp[4] = s[4];
  si[4] = 0;
  s[5] = S5_DEFAUT - 500;    //ACERTAR DE ACORDO COM A POSIÇÃO INICIAL(prezilha BAIX)
  sp[5] = s[5];
  si[5] = 0;
  setup_timer_0(RTCC_INTERNAL|RTCC_DIV_1);
  setup_timer_1(T1_INTERNAL|T1_DIV_BY_1);      //
  setup_timer_2(T2_DIV_BY_16,249,5);          //20ms
  setup_comparator(NC_NC_NC_NC);
  setup_vref(FALSE);
  enable_interrupts(INT_TIMER2);
  enable_interrupts(GLOBAL);
  ABERTO = 1;
  delay_ms(1000);
  while(1)
  {
    if( !input(BUTTON0) )
    {
      delay_ms(200);
      if( input(BUTTON0) )
      {
        if (ABERTO)
        {
          cont = 0;
          sp[2] = S2_DEFAUT - 500;
          si[2] = VELOC_PRESILHA;
          sp[3] = S3_DEFAUT - 500;
          si[3] = VELOC_PRESILHA;
          sp[4] = S4_DEFAUT + 500;
          si[4] = VELOC_PRESILHA;
          sp[5] = S5_DEFAUT + 500;
          si[5] = VELOC_PRESILHA;
        }
        if (!ABERTO)
        {
          cont = 0;
          sp[2] = S2_DEFAUT + 500;
          si[2] = VELOC_PRESILHA;
          sp[3] = S3_DEFAUT + 500;
```

```
            si[3] = VELOC_PRESILHA;
            sp[4] = S4_DEFAUT - 500;
            si[4] = VELOC_PRESILHA;
            sp[5] = S5_DEFAUT - 500;
            si[5] = VELOC_PRESILHA;
          }
          ABERTO = !ABERTO;
        }
      }
      if( !input(BUTTON1) )
      {
        delay_ms(200);
        if( input(BUTTON1) )
        {
          sp[0] = S1_DEFAUT - 500;//FAZ A ORELHA NA PAGINA
          si[0] = 100;
          delay_ms(500);        //COLOCA O FERRO EMBAIXO DA PAGINA
          sp[1] = S0_DEFAUT + 250;
          si[1] = 100;
          delay_ms(500);        //VOLTA COM O BRAÇO DA ORELHA
          sp[0] = S1_DEFAUT + 500;
          si[0] = 200;
          delay_ms(500);        //VIRA A PAGINA
          sp[1] = S0_DEFAUT + 750;
          si[1] = 100;
          delay_ms(500);        //VOLTA COM O FERRO QUE VIRA PÁGINA
          sp[1] = S0_DEFAUT - 1000;
          si[1] = 250;
        }
      }
    }
}
```