



PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL
DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA
À SAÚDE

PROTÓTIPO ELETRÔNICO PARA AUXILIAR NA LOCOMOÇÃO DE DEFICIENTES
VISUAIS COM CURTAS DISTÂNCIAS DETERMINADAS EM PROGRAMAÇÃO

Adriana Eremita Nascimento Pereira

Belo Horizonte
2018

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	3
2 JUSTIFICATIVA	4
3 OBJETIVOS	5
3.1 Delimitação do tema	5
3.2 Objetivo Geral	5
3.3 Objetivos específicos	5
4 OBJETO	6
4.1 Problema	6
4.2 Hipótese básica orientadora do estudo	6
5 REFERENCIAL TEÓRICO	6
5.1 Deficientes visuais	6
5.2.1 Atividades existentes para auxiliar deficientes visuais	7
5.2.2 Auxílios eletrônicos para deficientes visuais	10
5.2 Microcontrolador	12
5.2.1 Arquiteturas Clássicas do Microcontrolador	12
5.2.2 Microcontrolador AVR	13
5.2.3 Microcontrolador Atmel ATmega	14
5.2.4 Estrutura interna do microcontrolador AVR	14
5.3 Arduino	14
5.3.1 A plataforma	15
5.3.2 <i>Arduino</i> UNO	16
5.3.3 <i>Shields</i>	16
5.3.4 Módulos	16
5.4 Linguagem de programação	17
5.4.1 Linguagem C/C++	17
6 MATERIAL E MÉTODOS	18
6.1 Protótipo acoplado na luva	19
7 RESULTADOS ESPERADOS	20
8 CRONOGRAMA	21
9 ORÇAMENTO	22
REFERÊNCIAS	23

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos caminham sempre na direção de simplificarem as atividades do cotidiano, tornando-as cômodas e de fácil execução. Porém, conforme Radabauch (1993), essa evolução possui um significado diferente quando analisada do ponto de vista de uma pessoa com deficiência, que não encara a tecnologia como maneira de facilitar atividade rotineira, mas sim, como uma alternativa plausível que possibilite a execução.

O termo para identificar os recursos e serviços com fundamentos que visam melhorias da qualidade de vida dos deficientes, proporcionando uma vida mais independente e inserindo-os na sociedade, é denominada de Tecnologia Assistiva (TA). Conforme o Comitê de Ajudas Técnicas, instituído em 16 de novembro de 2006, pela Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (SEDH/PR), através da portaria nº 142:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS, 2009, p.26).

Existem diversos tipos de deficiências, porém, neste trabalho será estudada a deficiência visual. Desde 1854, o Brasil possui iniciativas para englobar deficientes na educação (MONTAAN, s.d). Quando estão acompanhados de outra pessoa, as atividades cotidianas tornam-se mais acessíveis, porém a mobilidade já se faz mais difícil quando estão a sós e para auxiliar os deficientes visuais a se locomoverem sozinhos, propõe-se nesse estudo o desenvolvimento de um dispositivo, utilizando recursos tecnológicos.

O conjunto do dispositivo que pretende-se desenvolver nesta pesquisa será baseado na plataforma Arduino, que é um micro controlador capaz de executar um código fonte, que trabalhará em constante comunicação com os sensores ultrassônicos, que utilizam de sons de frequências elevadas, para determinarem distâncias. Os sensores farão os cálculos da distância entre o dispositivo e um obstáculo, e mediante interpretação dos dados da programação dará a resposta caso a distância mínima seja atingida. Caso a distância determinada entre o usuário da luva e o obstáculo seja identificada, o sensor aciona o *vibracall*, ou seja, um aparelho que emite vibrações. Esse por sua vez varia de intensidade conforme o obstáculo vai ficando mais próximo do usuário do dispositivo.

2 JUSTIFICATIVA

Dentre os deficientes visuais existentes no Brasil, 11,5% são idosos, ou seja, pessoas com mais de 60 anos, conforme dados do IBGE (2015). Durante a fase de envelhecimento, alguns fatores externos, por exemplo, as quedas, desabilitam os idosos de determinadas atividades rotineiras como andar sozinhos.

Após um episódio de queda ocorrem diversas implicações, confirma Maia *et al* (2011, p.392 *apud* CHAVES *et al*, 2017 p.496) que relata as consequências de quedas como “danos físicos, como lesões teciduais, ferimentos e fraturas, declínio e aumento de dependência e questões psicossociais como medo de cair, isolamento e perda de autonomia”, ou seja, o episódio de queda nos idosos além de ter repercussão nas funcionalidades físicas, permanece o medo psicológico de terem mais quedas e de suas consequências.

As problemáticas subsequentes às quedas não são eventos únicos na vida de deficientes visuais, o difícil acesso à educação, por exemplo, é uma dificuldade enfrentada pelos deficientes, tornando-se uma barreira na inclusão social dos mesmos. Existem sistemas, como por exemplo, o Braille que foi desenvolvido com o propósito de incluir na vida da pessoa com deficiência visual o universo da leitura. Esse sistema, é um meio de escrita e leitura do deficiente visual, onde ele utiliza os dedos, deslizando-os da esquerda para direita sobre pontos, esses pontos por sua vez formam palavras. Já para escrita eles utilizam um equipamento chamado reglete e punção (MOSQUERA, 2010).

Os avanços tecnológicos vêm fortalecendo o desenvolvimento de ferramentas que possibilitam uma maior praticidade na vida de pessoas que possuem alguma deficiência, como por exemplo, uma maior mobilidade para deficientes visuais e o ingresso desses na sociedade, melhorando, inclusive, a educação para os mesmos.

Por intermédio desses aperfeiçoamentos das tecnologias, já é possível o deficiente visual interagir com a informática. Como por exemplo, os programas LentePro e o Dosvox, que são utilizados conforme o grau da deficiência, o primeiro é para os considerados com baixa visão e o segundo é um programa para os considerados cegos (CAMPELÔ *et.al*, 2011).

Existem projetos de desenvolvimento de dispositivos com finalidade de auxiliar na locomoção dos portadores da deficiência, utilizando sensores ultrassônicos para o avisá-los da presença de obstáculos no caminho, como por exemplo, projetos de capacetes e luvas. O projeto de Almeida *et al* (2016) que foi a “construção de uma bengala eletrônica para deficiente visual”, utilizou no projeto além dos sensores de obstáculos, também os motores de vibração, anexado

em uma bengala, acionados através de tecnologia de *hardware* (circuitos e peças eletrônicas) e *software* (sistema de processamento de dados) livre.

Porém os projetos já existentes, mantêm a mão do usuário ocupada, impossibilitando o deficiente visual de apalpar/segurar em locais ou objetos, pois tem de ficar a posse do dispositivo. Além disso, o aviso que é utilizado sobre obstáculos é baseado em som, porém o tato é o sentido mais utilizado pelos deficientes visuais.

Analisando a necessidade de aprimorar a independência na mobilidade dos deficientes visuais, deixando as mãos para que os mesmos consiga apalpar/segurar algum objeto ou em locais, o protótipo a ser desenvolvido tendo como base para programação a plataforma Arduino, tem por finalidade a análise da distância entre o usuário e um obstáculo, que através de módulos sensores específicos, avisa-o por um *vibracall* se há presença de obstrução de passagem no caminho.

3 OBJETIVOS

3.1 Delimitação do tema

Essa pesquisa tem como objeto de análise o desenvolvimento de um dispositivo que que identifica determinadas distâncias, tendo como objetivo alertar o usuário, que será deficiente visual, para evitar que este esbarre em algum obstáculo. Desta forma, no estudo utilizar-se-á da plataforma Arduino para comunicação entre os sensores e assim fazer vibrar componentes *vibracall* para alertar o usuário.

3.2 Objetivo Geral

Desenvolver um dispositivo eletrônico para o uso de deficientes visuais, que auxilie a locomoção desse, utilizando a plataforma Arduino e comunicação com sensor de distância, acionando um *vibracall* caso o deficiente venha se aproximar de um obstáculo.

3.3 Objetivos específicos

- a) Sistematizar os pontos determinantes para utilização da plataforma Arduino, tais como: tipo de comunicação com os módulos sensores específicos para a plataforma e a variedade de modelos existentes da plataforma;
- b) focalizar o cálculo de distância através de módulo sensor ultrassônico;

- c) demonstrar o funcionamento da comunicação do sensor com o *vibracall*;
- d) desenvolver algoritmo baseada na linguagem C++, pelo *software* da plataforma, para o dispositivo;
- e) avaliar o custo benefício do dispositivo em comparação com outros já existentes.

4 OBJETO

4.1 Problema

O uso de sensores de distância através de dispositivo com Arduino pode auxiliar deficientes visuais?

4.2 Hipótese básica orientadora do estudo

O acionamento de sensores de distância, devidamente programados, pode enviar dados para a uma plataforma Arduino que, recebendo-os e interpretando-os, através da linguagem de programação C++, aciona dispositivos de percepção tátil, *vibracall* e auxilia ao deficiente visual identificar obstáculos.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção tem como objetivo apresentar a abordagem teórica do estudo dos tipos de deficiências visuais, as atividades já existentes para auxiliar nas atividades rotineiras dos mesmos, o estudo dos microcontroladores, a análise da plataforma Arduino e os tipos de sensores que podem ser utilizados para projetos específicos.

5.1 Deficientes visuais

O índice de deficientes visuais no Brasil, segundo o IBGE (2018), atinge 3,6% dos brasileiros, sendo mais comum entre as pessoas com mais de 60 anos (11,5%). O grau intenso ou muito intenso da limitação impossibilita 16% dos deficientes visuais de realizarem atividades habituais como ir à escola, trabalhar e brincar, impossibilitando a inclusão destes na sociedade, podendo desenvolver problemas psicológicos por não serem aceitos pela comunidade.

Classifica-se a deficiência visual em três níveis: a cegueira, a visão residual e a visão subnormal (VSN). As definições desses três níveis são baseadas através da capacidade de determinar formas diversas como linhas ou símbolos (acuidade visual), do campo visual e da visão de cores:

a) Cegueira e visão residual: abrange todos que apresentam acuidade visual entre 0 e 20/200, ou seja, enxerga no melhor olho, cerca de 20 pés (0,30 metros) quando uma pessoa de visão com índices normais enxerga a 200 (60 metros). Restringindo o ângulo de visão a 20 graus de amplitude (CUNHA; ENUMO, 2003)

b) Visão subnormal: inclui pessoas que possuem a visão alterada, porém com a possibilidade de correção através de tratamentos óticos específicos (CUNHA; ENUMO, 2003).

Nesse sentido, Cunha e Enumo (2003, p.35), afirma que “a pessoa com deficiência visual deve ser compreendida como um ser integral”, ou seja, a relação interpessoal do indivíduo não deve vir vinculada a condição biológica do deficiente.

5.2.1 Atividades existentes para auxiliar deficientes visuais

Em diversos momentos, o deficiente visual tem a necessidade de outra pessoa para enxergar e executar determinadas ações, porém há uma grande procura em autonomia para realização de atividades rotineira. Então, existem algumas ações e atividades com a finalidade de auxiliar os deficientes visuais a serem mais independentes.

a) A leitura do deficiente visual e o sistema braille

A leitura é fundamental para o desenvolvimento dos indivíduos, pois, além de ser um meio de inclusão social, é um portal para o conhecimento, concorda Gadotti *apud* Vargas (2000, p. 14) com a afirmação de que “numa sociedade de privilegiados, a leitura e a escrita são um privilégio”. Nesse sentido, Werthein (2005, p. 81), determina que “não ler traz prejuízos que vão desde o desenvolvimento pessoal e profissional até a ampliação das desigualdades sócias”. Desta forma fica claro que a leitura além de poder ser considerada como um privilégio para os que podem ler, também pode trazer prejuízos para as pessoas que não leem.

O tato é utilizado como elemento fundamental para a leitura do Braille, pois essa é feita com os dedos das duas mãos. A direção para realizar a leitura é deslizando os dedos entre

os pontos da esquerda para a direita (MOSQUERA, 2010). A escrita, por sua vez, é desempenhada por meio de uma reglete e punção.

Sandes (2009), afirma que o sistema Braille, foi desenvolvido por um cego francês Louis Braille, em 1825, e veio para melhorar cenário de leitura e aprendizado para deficientes visuais.

O posicionamento da jornalista cega, Joana Belarmino, sobre a contribuição do sistema Braille, determina como mudou para sempre a história de inclusão dos cegos:

O sistema Braille permitiu que indivíduos cegos saíssem do seu mundo específico, para compartilharem de forma mais abrangente, esferas comuns de realidade com os outros indivíduos da cultura [...]. Os indivíduos cegos encontraram no Braille a ferramenta que lhes permitiu construir uma nova individualidade histórica, todo um mundo amplo a se descortinar na ponta dos seus dedos, numa resolução semiótica levada a cabo por apenas seis pontos em relevo. (BELARMINO, 2004, p. 5).

O sistema Braille é uma das atividades de auxílio para deficientes visuais mais antigas e que é utilizada até hoje como uma maneira de ingressar o portador da deficiência visual no universal da leitura.

b) Áudio-Livro

Paletta, Watanabe e Penilha (2008) definem que o “áudio-livro é um livro em áudio, para se ouvir. Também chamado de livro falado ou *audiobook*. Os arquivos de áudio geralmente são salvos em MP3, WMA, entre outros, podendo ser gratuitos ou pagos.” Os aspectos que diferenciam as duas versões são:

- a) a versão paga é composta de áudios narrados por profissionais, contendo efeitos sonoros, que facilitam a compreensão do texto (PALETTA; WATANABE; PENILHA, 2008)
- b) as versões gratuitas proporcionam várias obras para download na rede, narrados por voluntários (PALETTA; WATANABE; PENILHA, 2008).

A audição, assim como o tato, para os deficientes visuais é um sentido a ser utilizado como forma de aprendizado:

Também a audição terá grande importância para o desenvolvimento e a aprendizagem dos cegos. Além de ser utilizada para a comunicação verbal, os não videntes empregam-na com uma função tele receptora para a localização e a identificação de objetos e pessoas no espaço, funções para as quais é menos precisa que a visão. (OCHAÍTA; ESPINOSA, 2004, p.151)

Pode-se afirmar que as pessoas com deficiência visual não têm canais sensoriais privilegiados, apenas utilizam esses sentidos conforme a necessidade. Como exemplo o sentido da audição, pois o mesmo não é utilizado apenas para a comunicação verbal, mais também para a identificação de objetos e pessoas, não esquecendo aqui do papel da audição para a aprendizagem das pessoas cegas. "Os estudantes universitários e os profissionais cegos explicitam a necessidade de acesso à literatura especializada e às tecnologias assistivas em diversas áreas do conhecimento e no mundo do trabalho", conforme ressalta Sá (2006, p. 16).

Paletta, Watanabe e Penilha (2008) com a ideia de que o áudio vídeo "(...) aproxima a literatura dos deficientes visuais para serem agentes de transformação na sociedade" confirma que o áudio-vídeo vem com a função de suprir a carência existente na área do conhecimento para os deficientes visuais.

c) Informática para cegos

As redes sociais *on-line* e aparelhos que facilitam a interação entre diversas pessoas, como por exemplo, os celulares, são considerados instrumentos impulsionadores da inclusão social. Ideia defendida por Campelô et.al. (2011, p.110), "os aparelhos celulares (...) têm uma participação expressiva como instrumento de comunicabilidade entre os deficientes visuais, permitindo uma maior independência destes."

Campelô et.al (2011, p.112), afirma que as tecnologias assistivas destinadas aos deficientes visuais são divididas em dois grupos: para os indivíduos com baixa visão e para os cegos. São elas:

- a) LentePro: tecnologia assistiva para indivíduos de baixa visão. Este programa proporciona a ampliação da tela, tendo uma funcionalidade semelhante a de uma lupa (CAMPELÔ et.al., 2011, p.112);
- b) Dosvox: tecnologia assistiva para indivíduos cegos. Não é um programa, é um sistema operacional, que trabalha com a comunicação através da síntese de voz,

mantendo uma comunicação com o deficiente, através de áudio (CAMPELO et.al., 2011, p.112).

5.2.2 Auxílios eletrônicos para deficientes visuais

Os auxílios eletrônicos são o uso de tecnologias para a construção de produtos, equipamentos ou softwares com finalidade de melhorar as atividades rotineiras dos deficientes visuais. Um produto tecnológico exemplo de auxílio é o aparelho celular. Este por sua vez é um aparelho que permite comunicação de voz ou dados entre duas ou mais pessoas através de ondas eletromagnéticas.

Os aparelhos celulares, segundo afirma Fling (2009), são capazes de fazer filmagens e reproduzi-las, acessar a internet, enviar e receber e-mails, ler e editar documentos em diversos formatos. Porém, existe outra forma de anexar mais funcionalidade aos aparelhos: através dos aplicativos, que são softwares desenvolvidos para determinadas funções e que ficam disponíveis em lojas on-line de forma gratuitas ou pagas.

Estes aplicativos dependem do sistema operacional do aparelho celular, ou seja, como a forma dos dados são lidos e interpretados, por isso, existem aplicativos que funcionam em um sistema, porém não funciona em outro. Em aparelhos celulares os sistemas operacionais mais conhecidos são: Android e *Internetwork Operating System* (IOS).

A arquitetura do Sistema Operacional Android é composta por cinco camadas:

- a) *applications*: a primeira camada e a mais perto do usuário é a responsável pelos aplicativos (MENDONÇA; BITTAR; DIAS, 2011);
- b) *applications frameworks*: nesta camada encontra-se os componentes responsáveis pelo gerenciamento (MENDONÇA; BITTAR; DIAS, 2011);
- c) *runtime*: a camada responsável pela execução dos aplicativos (MENDONÇA; BITTAR; DIAS, 2011);
- d) *libraries*: nesta camada encontramos diversas bibliotecas (MENDONÇA; BITTAR; DIAS, 2011);
- e) *kernel*: atua como uma camada de abstração entre hardware e as camadas superiores, permitindo acesso a recursos como áudio, vídeo e protocolos de rede (MENDONÇA; BITTAR; DIAS, 2011).

A arquitetura do IOS é composta por quatro camadas:

- a) *cocoatouch*: esta camada fornece ferramentas e infraestrutura para implementar eventos e aplicações para a interface do *iPhone* (modelo de aparelho celular no qual funciona sistema operacional IOS) (MENDONÇA; BITTAR; DIAS, 2011);
- b) *media*: a camada responsável por fornecer recursos áudio e vídeos (MENDONÇA; BITTAR; DIAS, 2011);
- c) *core services*: a camada que fornece os serviços fundamentais do sistema (MENDONÇA; BITTAR; DIAS, 2011);
- d) *core OS*: nesta camada que encontra-se os drivers e as interfaces básicas do sistema (MENDONÇA; BITTAR; DIAS, 2011).

A seguir, exemplifica alguns aplicativos para telefones celulares, que possuem funcionalidade nos dois tipos de sistemas operacionais.

a) Aplicativos para celulares

Os celulares já possuem recursos de voz, ou seja, captam a voz do usuário e executam comandos pré-definidos, porém existem outros aplicativos que podem ser baixados e instalados no aparelho smartphone, seja no sistema operacional Android ou IOS. Alguns aplicativos que auxiliam os deficientes visuais:

- a) *Be My Eyes*: o aplicativo está disponível somente na plataforma IOS, há interação de indivíduos cegos com pessoas que não possuem problemas de visão. Auxiliam os cegos durante o dia, através de chamadas de vídeo, logo há necessidade de uma rede *3G/4G* ou *Wifi* (TECHTUDO, 2015);
- b) *Conversor de QR Code em Voz*: este aplicativo está disponível somente na plataforma *Android*, faz a leitura de códigos e gera informações como arquivos de voz (TECHTUDO, 2015);
- c) *NantMobile*: o aplicativo está disponível somente na plataforma *IOS*, serve para problemas financeiros, pois executa o reconhecimento de notas e emite uma voz informando ao usuário qual é o valor (TECHTUDO, 2015).

5.2 Microcontrolador

Em 1974 foi lançado no Texas, o primeiro microcontrolador chamado TMS 1000 de 4 bits, incorporado em um único chip as memórias *Random Access Memory (RAM)* e *Read-Only Memory (ROM)* e suporte de entrada/saída. Logo a Intel apresentou a sociedade o microcontrolador 8948, em 1978, ainda possuidor das memórias *RAM* e *ROM*, porém a primeira como memória de dados interna e a segunda memória de programa externa. Em 1980, surgiu o 8051, também fabricado pela Intel, com diferentes periféricos, como o aumento da capacidade das memórias de dados e de programa, um encapsulamento de 40 pinos, dentre outros. Este último modelo criado, é ainda usado como referência até os dias atuais (FERRARI, 2013).

Lima (2009, p.3), refere-se ao microcontrolador como “o agrupamento de vários componentes em um sistema microprocessado. Basicamente o microcontrolador é um microprocessador com memória *RAM* e de programa, temporizadores e circuitos de clock.”. Souza (2008, p.21), possui a mesma ideia, porém explica que “o microcontrolador é definido como um “pequeno” componente eletrônico, dotado de uma “inteligência” programável, utilizado no controle de processos lógicos”. Esta definição se dá pelo fato da família dos semicondutores possuírem este adjetivo como principal característica.

Todo microcontrolador contém um processador, memória e capacidade de entrada e/ou saída. Este último tem como função de detectar botões e interruptores do aparelho. O software vem incorporado como memória somente leitura implementada a partir do momento da criação do microcontrolador. Neste também está incluso o circuito oscilador e conversores analógicos e/ou digitais, que é de inteira responsabilidade do microprocessador existente no chip (TANENBAUM; AUSTIN, 2013).

5.2.1 Arquiteturas Clássicas do Microcontrolador

As duas arquiteturas clássicas do microcontrolador são identificados como *Von Neumann* e *Harvard*, conforme afirma Reis (2015). A principal diferença entre estes é baseada no sistema de armazenamento. Na arquitetura *Von Neumann* a memória de programa e a de dados estão interligadas, logo o programa consegue modificar-se, pois as informações são armazenadas na memória leitura/escrita. Já na *Harvard* não há conexão entre os sistemas de armazenamento, impossibilitando a modificação de um programa por si mesmo, pois a memória de dados (leitura/escrita) e de programas (leitura) é separada.

Lima (2009, p.3), classifica “a arquitetura *Von Neumann* é mais simples, com menor número de portas lógicas, velocidade menor que a *Harvard*. A arquitetura *Harvard* tem necessidade de mais linhas de código para executar a mesma tarefa que a *Von Neumann*”. O *Harvard* estendida ou avançada é a arquitetura mais utilizada pelos microcontroladores, pois economiza mais energia por trabalhar com grande número de instruções com quantidade menor de ciclos de *clock*. Além de ter um melhor desempenho, pois menor número de linhas de código o que torna um núcleo com um processamento simplificado e redução na quantidade de portas lógicas (LIMA, 2009).

5.2.2 Microcontrolador AVR

Observa-se através do estudo de Oki e Mantovani (2013), que a ATMEL desenvolveu em 1995, o primeiro microcontrolador AVR que não é um acrônimo segundo Sá (2018). Estes por sua vez, possuem excelente eficiência de processamento e um núcleo compacto. Tecnologia complementar de semicondutor de metal-óxido (*CMOS*) e arquitetura de computador de instruções reduzidas (*RISC*) avançada que requer menos instruções e voltada para a programação C, isto quer dizer que os códigos produzidos conseguem ser mais simplificados.

Limaverde et al. (2010), afirmam que os microcontroladores AVR ainda contam com três tipos de memórias:

- a) *Erasable Programmable Read-Only Memory (EEPROM)*: possuidora de 512bytes e conectada ao barramento de 8bit o que concede o poder de escrita enquanto ocorre o processo de gravação do microcontrolador ou que este determine posições na própria memória (LIMAVERDE et al.,2010, p.4);
- b) *Flash*: também chamada de *Flash ROM*, possui as características de uma *EEPROM*, porém diferente desta, utiliza tensões reduzidas de apagamento que é sujeito a um tempo também reduzido. Diferente da memória *EEPROM*, uma vez apagada não tem como recuperar (LIMAVERDE et al.,2010, p.4);
- c) *Static Random Access Memory (SRAM)*: Memória do tipo *RAM*, na qual somente endereços baixos a pertencem (512 endereços), pois este tipo de memória é instável e caso as informações não sejam salvas são perdidas. (LIMAVERDE et al.,2010, p.4).

Além dos 3 tipos de memórias existentes nos microcontroladores AVR, eles possuem outras características que também os definem como poderosos, são essas: compatibilidade entre

toda família AVR por conta do elevado número de periféricos e integração; processam em ciclo de *clock* simplórios que executam instruções em tensões que variam de 1,8 a 5,5 Volts e velocidade que alteram até 20 Mega Hertz e encapsulamento diversificado de 8 até 64 pinos; software gratuito e completo e um valor acessível (LIMA, 2009).

Lima (2009, p.6), ressalta que “existem microcontroladores AVR específicos para diversas áreas, tais como: automotiva, controle de *Liquid Crystal Display* (LCD), rede de trabalho *Controller Area Network* (CAN), *Universal Serial Bus* (USB), controle de motores, controle de lâmpadas, monitoração de bateria, 802.15.4/ZigBee™”.

5.2.3 Microcontrolador Atmel ATmega

Os tipos de microcontroladores comuns nos *Arduinos* são ATmega 48A/PA/88A /PA/168A/ PA/ 328/P. Estes se diferem principalmente em dois quesitos: o tamanho das memórias *FLASH*, *EEPROM* e *RAM*.

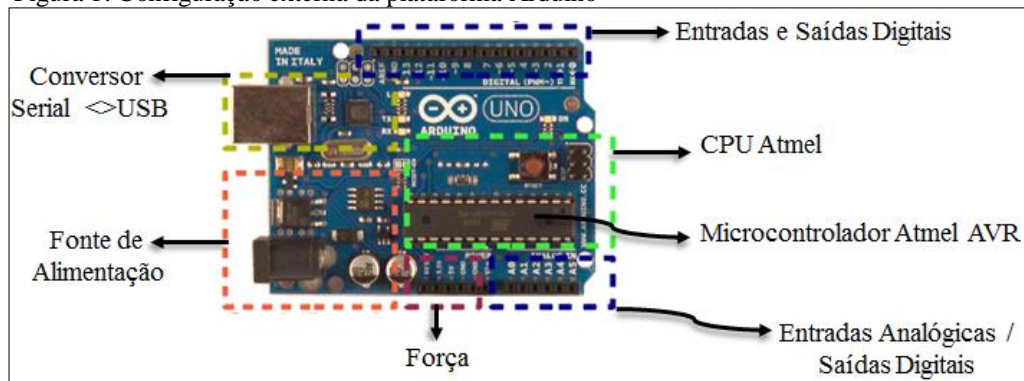
5.2.4 Estrutura interna do microcontrolador AVR

ATMEL (2015, n.p) indica que “o núcleo AVR combina um conjunto rico de instrução com os registros de trabalho para fins gerais. Todos os 32 registradores são diretamente ligado à ULA permitindo que dois registros independentes seja acessado na instrução executado em um ciclo de *clock*”. Essa independência gera dois barramentos, um para dados e outro para programa, proporcionando uma velocidade alta tanto no tratamento dos dados quando no programa.

5.3 Arduino

Para McRoberts (2011, p.22), “um Arduino é um pequeno computador que você pode programar para processar entradas e saídas entre o dispositivo e os componentes externos conectados a ele”. Foi desenvolvido na cidade de Ivea na Itália, em meados do século 10, por Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino e David Mellis. Recebeu este nome em homenagem ao bar Arduino, que os desenvolvedores da plataforma iam depois de finalizarem o dia de trabalho focados no projeto (EVANS, NOBLE e HOCHENBAUM, 2013). A na Figura 1 mostra a configuração externa de um modelo da plataforma.

Figura 1: Configuração externa da plataforma Arduino



Fonte: PICTRONICS (2016)

De acordo Evans, Noble e Hochenbaum (2013), os desenvolvedores das placas, as vendiam para os alunos em forma de kits para que eles produzissem seus próprios projetos, a venda foi rápida assim como a tiragem inicial, logo, mais unidades foram produzidas para manter a demanda.

5.3.1 A plataforma

O *Arduino* é uma plataforma de computação física que utiliza um microcontrolador baseado no ATmega AVR, no qual será executado o código fonte. Basicamente, encontram-se 14 pinos digitais de entradas/saídas, 6 entradas analógicas, um cristal de quartzo 16MHz, uma conexão *Universal Serial Bus* (USB), tomada de energia e botão reset. A programação do Arduino é feita através do Software Arduino (*IDE*), que é instalado na máquina e está à disposição no site oficial do projeto Arduino, que são disponíveis para o *Windows*, *Mac OS X* e o *Linux*. Este Software possui um monitor serial, no qual é feito a programação em linguagem C/C++, fazendo o processo de compilação e transferência do código do computador para o microprocessador ATmega presente no Arduino. Este possui uma diversidade de modelos que possuem, fundamentalmente, as mesmas configurações (ARDUINO CC, 2018).

O princípio do projeto Arduino é baseado no *open source* que, em resumo, é a praticidade de copiar, utilizar e modificar, sem licenças prévias, os componentes de hardware e software (ARDUINO CC, 2018).

McRoberts (2011, p.23), afirma que “o Arduino pode ser utilizado para desenvolver objetos interativos independentes, ou pode ser conectado a um computador, a uma rede, ou até mesmo à Internet para recuperar e enviar dados do Arduino e atuar sobre eles”. Por isso está sendo utilizado como base em muitos projetos com ênfase em tecnologia.

5.3.2 Arduino UNO

A versão UNO possui 14 pinos digitais de entrada/saída - dos quais 6 podem ser destinados como saídas *Pulse Width Modulation (PWM)*, 6 são entradas analógicas, um cristal oscilador de 16 Mega *Hertz (MHz)*, uma conexão *USB*, uma entrada de tomada de força para alimentação externa de corrente contínua variando a tensão de 7 – 12V e um botão de reset (ARDUINO CC, 2018).

5.3.3 Shields

McRoberts (2011, p.24), ressalta que “o Arduino também pode ser estendido utilizando os *Shields* (escudos), que são placas de circuito contendo outros dispositivos, que você pode simplesmente conectar ao seu Arduino para obter funcionalidades adicionais”. Essas placas, conforme ARDUINO CC (2018), podem ser conectadas na parte superior do Arduino, denominadas como *Shields*, estendendo a sua capacidade, encaixando com simetria todos os pinos digitais, alimentação e de entradas analógicas.

5.3.4 Módulos

Existe uma grande quantidade de sensores e componentes que auxiliam em projetos utilizando a plataforma Arduino. Muitos desses materiais estão disponíveis em placas pequenas contendo resistores, capacitores e *leds*, além de funções específicas de cada, ampliando a funcionalidade de projetos (FILIPEFLOP, 2014). Um exemplo de Módulo HC-SR04, que é um sensor ultrassônico.

O HC-SR04 utiliza sinais ultrassônicos (40 Khz, acima da capacidade de audição do ouvido humano, que é de 20 Khz), para determinar a distância entre o sensor e o obstáculo, ele pode medir distâncias entre 2cm e 4m, com precisão de 3mm, seu ângulo de detecção é de aproximadamente 15 graus, segundo informações do datasheet 14do sensor. Seu funcionamento consiste basicamente em enviar um sinal que, ao atingir um objeto, volta para o sensor e com base nesse tempo entre o envio e recebimento, é calculada a distância entre o sensor e o objeto. (THOMSEN, 2015, n.p).

O módulo sensor ultrassônico HC-SR04, encaminha um sinal e ao identificar um obstáculo ele encaminha uma resposta, caso o sinal seja interpretado, há a confirmação da presença de um objeto.

5.4 Linguagem de programação

Rodrigues (2002) demonstra que o somatório de um conjunto de símbolos e regras de sintaxe dá como resultado uma linguagem de programação que permite o desenvolvimento de ações decifráveis e empreendidas pela máquina. Ou seja, a linguagem de programação é uma representação formal para construção de um algoritmo que o computador irá executá-lo. Essa representação formal tem de seguir dois componentes essenciais para a compreensão pela máquina:

- a) sintaxe: conjunto formal de regras que auxiliam na execução do programa através da interpretação de letras, dígitos e diversos símbolos. Exemplo: interpretar que um parêntese que seja aberto deve ser precedido por outro fechado (RODRIGUES, 2002)
- b) semântica: especifica o “significado” de um programa escrito na linguagem, que esteja adequado sintaticamente (RODRIGUES, 2002).

Existe uma variedade de linguagem de programação e essa é dividida em três tipos: a linguagem da máquina, de baixo e alto nível e alto. Possuindo cada uma destas o sua própria característica e níveis de complexidade (RODRIGUES, 2007).

5.4.1 Linguagem C/C++

O precursor do projeto e implementação da linguagem de programação C foi Dennis Ritchie, em New Jersey. A linguagem C foi um aperfeiçoamento de uma linguagem antecessora a ela, denominada *Basic Combined Programming Language* (BCPL), cujo uso ainda é presente na Europa (STROUSTRUP, 2012).

Segundo Sá (2009, p.4), “C é uma linguagem de programação de computadores. É possível usá-la para criar um conjunto de instruções para que o computador possa executar. Isso significa que você pode usá-la para criar lista de instruções para um computador seguir”. Ou

seja, é possível criar através da linguagem C uma linha de raciocínio para que o computador siga o passo-a-passo executando em ordens determinadas funções.

A linguagem C++ é considerada uma C melhorada, suporta programação orientada a objetos, genérica e abstração de dados. Também foi projetada e implementada em New Jersey, por Bjarne Stroustrup, iniciada em 1979, sendo comercializada em 1985, porém a padronização oficial iniciou em 1990, depois de aprimorar o programa com alguns amigos. E então desde 1991 a ISO é a responsável pelo desenvolvimento da linguagem C++, como também a linguagem C. (STROUSTRUP, 2012).

A referência “C/C++” é utilizada apenas para determinar um sinal de compatibilidade entre as duas linguagens. Stroustrup (2012, p.991), afirma que “a maioria dos programadores de C++ tem que lidar com código em C em algum ponto ou outro, assim como a maioria dos programadores de C tem que lidar com o código C++”. Chegando à conclusão que os construtos de ambas possuem semelhanças semânticas, pois a linguagem C++ foi desenvolvida o mais próximo possível da C, para facilitar a transição.

6 METODOLOGIA

Este projeto foi dividido em 3 seções. Primeiro houve a pesquisa sobre o tipo de deficiência visual e os projetos já existentes com relação a auxiliar a locomoção dos mesmos. Em seguida, a segunda seção foi relacionado a pesquisa dos materiais e softwares que serão utilizados no protótipo com a finalidade de entendê-los para auxiliar o manuseio durante o desenvolvimento do dispositivo. Por fim, a terceira seção, que será a parte prática do projeto, ou seja, a construção do aparelho que será instalado em uma luva, que terá a função de facilitar a locomoção do deficiente visual.

6.1 Tipo de pesquisa quanto aos objetivos

Trata-se de uma pesquisa do tipo exploratória.

6.2 Pesquisa bibliográfica

Para que os objetivos delimitados neste projeto sejam alcançados, serão realizadas pesquisas de artigos, dissertações, teses, livros nas áreas de tecnologia da informações e biologia. Aprofundando os estudos sobre o funcionamento das ferramentas da plataforma e

sensores que serão utilizados no protótipo e também pesquisas sobre o software e a sua linguagem de operação. As principais fontes de coleta de dados foram os sites do google acadêmico (<https://scholar.google.com>), o NCBI Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) e também informações encontradas no site dos fabricantes.

6.3 Procedimentos

Pretende-se neste projeto, será desenvolvido um protótipo eletrônico direcionado para os deficientes visuais. O equipamento será utilizado nas mãos, logo para execução do projeto, a luva é dentre outros, peça fundamental para o trabalho. Então, dentre algumas observações, a principal é de que o usuário utilizará o dispositivo, aproximadamente, 16h por dia, levando em consideração que o usuário não usará o dispositivo quando estiver dormindo, o que contabiliza, praticamente, 8h diárias. Então, como utilizará a luva por muito tempo, é necessário que este forneça o mínimo de incômodo possível. Diante desse apontamento, a luva que será utilizada como base acopladora do protótipo será do tipo tricotado em nylon, com as seguintes características:

- a) mais discreto e ajustáveis quando comparado ao vinil, além de fácil manuseio, não ficando apertada ou frouxa e não interfere na movimentação;
- b) o nylon é um polímero que possui excelente isolamento térmica e elétrica, além de ser resistente ao desgaste e à abrasão.

a) Protótipo acoplado na luva

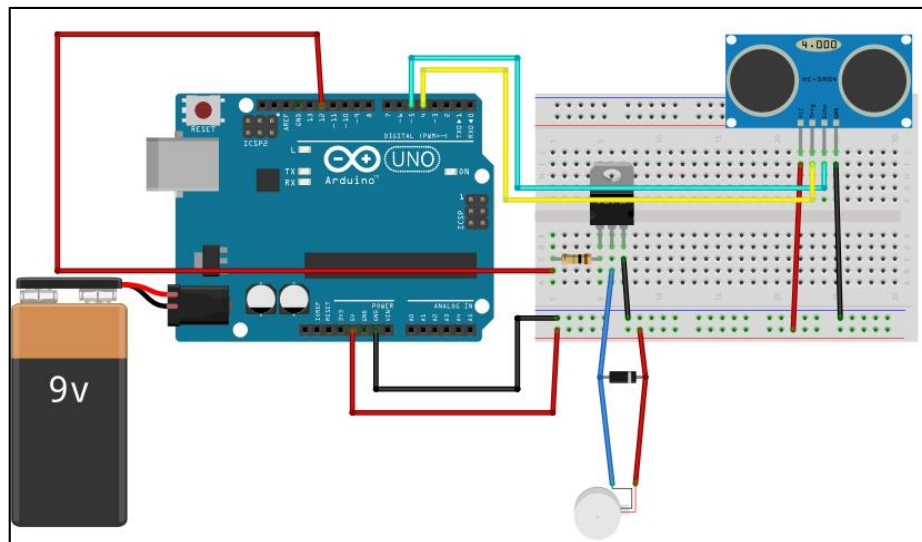
Na luva, será acoplado módulos sensores ultrassônicos HC-SR04, que são capazes de determinar distâncias de 2cm a 4m. Para este projeto a distância mínima determinada será de 80cm e a máxima de 110cm. Este módulo sensor possui um circuito pronto com emissor e receptor acoplador e 4 pinos: VCC, Trigger, Echo, Gnd.

Estes módulos sensores serão conectados a plataforma Arduino. O modelo que será utilizado para o protótipo será o Arduino UNO. A plataforma utiliza um software específico para ele, que é programado pela linguagem C/C++. Para melhor trabalhar com hardware ou manipular dados, existem as bibliotecas que pode-se acrescentar na programação para oferecer funcionalidade extra para utilizar esboços.

Através da programação a ser desenvolvida no Software, espera-se que ao atingir a distância máxima de 110cm, os módulos sensores dão o sinal para o *vibracall* acione e comece a vibrar, porém a essa distância as vibrações ocorreriam com uma intensidade baixa, quão mais próxima da distância mínima de 80cm, a vibração aumentaria de intensidade.

A figura 2 esboça como será o protótipo do dispositivo com as conexões dos módulos e *vibracall* na plataforma *Arduino*. Será um projeto alimentado por bateria de 9V.

Figura 2 - Esboço do esquema do protótipo a ser acoplado à luva com o propósito auxiliar na mobilidade de deficientes visuais.



Fonte: Elaboração própria.

b) Resultados esperados

É esperado que os módulos sensores ultrassônicos do dispositivo eletrônico se comuniquem com o *vibracall* quando a distância mínima determinada for atingida pelo deficiente visual, comunicação que será pela plataforma *Arduino*, que através de comandos nesse realizados pelo software acionará o *vibracall* para afastar o usuário do dispositivo do obstáculo à sua frente. Este protótipo terá como finalidade proporcionar uma maior independência de locomoção para deficientes visuais.

7 CRONOGRAMA

As atividades realizadas no presente trabalho serão desenvolvidas de acordo com o cronograma exposto no quadro 1.

Quadro 1: Cronograma de sessões de orientação do trabalho acadêmico do Mestrado Profissional em Tecnologia da Informação aplicada a Biologia Computacional da Faculdade Promove

(Continua)								
Sessão	Atividades	Mes1	Mes2	Mes3	Mes4	Mes5	Mes6	Mês 7
Primeira	-Apresentação do projeto para o orientador.	X						
	- Revisão/reformulação conjunta (orientador e orientando) do projeto de pesquisa.	X						
Segunda	Elaboração conjunta (orientador e orientando) do cronograma de trabalho e do plano provisório de redação.		X					
Terceira	Apresentação do projeto reformulado e discussão entre orientador e orientando sobre as leituras teóricas de aprofundamento da pesquisa.				X			
Quarta	Entrega da redação do embasamento teórico (segunda seção do trabalho científico) para o orientador.	X		X				
Quinta	-Discussão da qualidade do embasamento teórico entre orientador e orientando e sua reformulação.			X		X		
	- Entrega da redação caracterização do objeto de estudo (COE). (terceira seção do trabalho científico) para o orientador.	X		X				
Sexta	- Discussão sobre a qualidade da COE entre orientador e orientando e sua reformulação.			X		X		
	- Entrega da redação da metodologia da pesquisa. (quarta seção do trabalho científico) para o orientador.	X		X				
Sétima	- Discussão entre orientador e orientando sobre a qualidade da seção metodologia da pesquisa e sua reformulação.			X		X		
Oitava	- Entrega para o orientador da redação da introdução (primeira seção), da conclusão (sexta seção do trabalho científico) e do resumo.	X		X				
Nona	- Discussão entre orientador e orientando sobre a reformulação dessas seções.					X		
	- Revisão das normas da ABNT e da redação (revisão gramatical) pelo orientando.			X		X		

Quadro 1: Cronograma de sessões de orientação do trabalho acadêmico do Mestrado Profissional em Tecnologia da Informação aplicada a Biologia Computacional da Faculdade Promove

							(Conclusão)
Nona	- Leitura pelo orientador da redação final do trabalho (com todas as seções redigidas, inclusive o resumo).					X	
	- Elaboração conjunta entre orientador e orientando do esquema de defesa do trabalho.					X	X X

Fonte: Elaboração própria.

8 ORÇAMENTO

Os materiais e recursos necessários para o desenvolvimento do presente projeto estão descritos na tabela 2.

Tabela 2: Materiais e recursos necessários para a realização do dispositivo eletrônico para auxiliar na locomoção de deficientes visuais com precisão para curtas distâncias

Materiais	Quantidade	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Luva	1 unid.	8,00	8,00
Kit Módulo Sensor ultrassônico	2 unid.	12,90	25,80
Arduino Uno	1 unid.	34,90	34,90
Circuito Integrado	1 unid.	8,00	8,00
Resistor	1 unid.	2,00	2,00
Diodo	1 unid.	2,00	2,00
Bateria 9v Duracell	1 unid.	25,00	25,00
Miscelânea	1 unid.	36,60	36,60
Custo Total			142,30

Fonte: Elaboração própria.

REFERÊNCIAS

ARDUINO CC. “**What is Arduino?**”. Disponível em < <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>> Acesso em 20 de março de 2018.

ATMEL. **Datasheet Atmega8**. Disponível em < http://www.atmel.com/images/atmel-2486-8-bit-avr-microcontroller-atmega8_1_datasheet.pdf> Acesso em 20 de março de 2018.

BELARMINO, J. **Aspectos comunicativos da percepção tátil: a escrita em relevo como mecanismo semiótico da cultura**. 2004. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Comunicação e Semiótica da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.

Brasil. **Subsecretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência**. Comitê de Ajudas Técnicas. Tecnologia Assistiva . – Brasília: CORDE, 2009.

CUNHA, A. C. B.; ENUMO, S. R. F. **Desenvolvimento da criança com Deficiência visual (dv) e interação mãe criança: Algumas considerações**. *Psicologia, Saúde & Doenças*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 33-46, jul. 2003.

EVANS, M. et al. *Ola Arduino In: **Arduino em ação***. 1ªed. São Paulo: Novatec Editora, 2013. p 24 -45.

FERRARI, R. **História dos microcontroladores - 2013** Disponível em < www.rafa.eng.br> Acesso em 25 de março de 2018.

FLING, B. (2009). **Mobile design and development**. pag. 01–12, 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472. O’Reilly Media Inc.

IBGE. “**População**” Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao.html>> Acesso em 14 de abril de 2018.

LIMA, C. B. **Os poderosos microcontrolares AVR**. 1ªed. Florianópolis: Copyright, 2009. 138 p.

LIMAVERDE, J. O. et.al. “**Tutorial microcontroladores AVR – Atmega8**.” 2010. Dissertação – Engenharia Mecatrônica. Universidade de Brasília, Brasília.

MCRBERTS, M. **Arduino Básico**. 1ªed. São Paulo: Novatec Editora, 2011. 453p.

MENDONÇA, V.R.L.; BITTAR, T.J.; DIAS, M.S. **Um estudo dos Sistemas Operacionais Android e iOS para o desenvolvimento de aplicativos.** Disponível em < http://www.enacomp.com.br/2011/anais/trabalhos-aprovados/pdf/enacomp2011_submission_54.pdf > Acesso em 07 de ago. de 2018.

MONTOAN, M.T.E. **A Educação Especial No Brasil – Da Exclusão À Inclusão Escolar.** Disponível em < <http://www.lite.fe.unicamp.br/cursos/nt/ta1.3.htm> > Acesso em 07 de ago. de 2018.

MOSQUERA, C. F. F. **Deficiência visual na escola inclusiva.** Curitiba: Ibipex, 2010.

OCHAÍTA, E. ESPINOSA, M.Á. **Desenvolvimento e intervenção educativa nas crianças cegas ou deficientes visuais.** In: Desenvolvimento psicológico e educação. Organizado por César Coll, Álvaro Marchesi e Jesús Palacios; trad. Fátima Murad - 2. ed. - Porto Alegre : Artmed, 2004. 3v.

PALETTA, F. A. C.; WATANABE, E. T. Y.; PENILHA, D. F. **AUDIOLIVRO: inovações tecnológicas, tendências e divulgação.** Anais. São Paulo: CRUESP, 2008.

PICTRONICS. **Curso básico de Arduino – Curso 1.** Disponível em < http://pictronics.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=97:introducao-ao-arduino&catid=43:eletronica-e-automacao&Itemid=2 > Acesso em 18 de set. de 2018.

REIS, F. **Introdução aos microcontroladores – 2015.** Disponível em < <http://www.bosontreinamentos.com.br/eletronica/eletronica-geral/introducao-aos->> Acesso em 18 de set. de 2018.

RODRIGUES JUNIOR, M. C. **Como Ensinar Programação?** Informática – Boletim Informativo Ano I nº 01, ULBRA, Canoas, RS, 2002.

SÁ, J.S. **Introdução aos sistemas microcontrolados.** Disponível em < http://www.univasf.edu.br/~jadsonlee.sa/Aula02_SM.pdf > Acesso em 18 de set. de 2018.

SÁ, M. R. T. **Apostila Introdução a Linguagem C.** Disponível em < <http://www.ufjf.br/petcivil/files/2009/02/Apostila-de-Introdu%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-Linguagem-C.pdf> > Acesso em 18 de set. de 2018.

SANDES, L. F. **A leitura do deficiente visual e o sistema braille.** 2009. 77 f. Monografia – Pedagogia do Departamento de Educação da Universidade do Estado da Bahia.

SOUZA, David José. **Desbravando o PIC**. 6ªed. São Paulo: Érica, 2008.

STROUSTRUP, B. **Princípios e práticas de programação com C++**. 1ªed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1215p.

THOMSEN, Adilson. **Como utilizar o sensor ultrassônico HC-SR04**, Janeiro 2015. Disponível em: < <http://buildbot.com.br/blog/como-utilizar-o-sensor-ultrasonico-hc-sr04/> >. Acesso em: 03 de maio 2018.

VARGAS, Suzana, **Leitura: uma aprendizagem de prazer**, Rio de Janeiro: José Olympio, 2000, 61.p.