

UNIVERSIDADE PAULISTA

**Dispositivo Eletrônico Para Auxílio na Locomoção de Deficientes
Visuais e/ou Auditivos Baseado na Lógica Paraconsistente Anotada
Evidencial $E\tau$**

UANDERSON CELESTINO

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Paulista -
UNIP, para obtenção do título de
mestre em Engenharia de Produção.

SÃO PAULO
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE PAULISTA

**Dispositivo Eletrônico Para Auxílio na Locomoção de Deficientes
Visuais e/ou Auditivos Baseado na Lógica Paraconsistente Anotada
Evidencial E τ**

UANDERSON CELESTINO

Orientador: Prof. Dr. Jair Minoro Abe

Área de Concentração: Gestão de
Sistemas de Operação

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Paulista -
UNIP, para obtenção do título de
mestre em Engenharia de Produção.

SÃO PAULO
2009

UANDERSON CELESTINO

**Dispositivo Eletrônico Para Auxílio na Locomoção de Deficientes
Visuais e/ou Auditivos Baseado na Lógica Paraconsistente Anotada
Evidencial $E\tau$**

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Engenharia de
Produção da Universidade Paulista -
UNIP, para obtenção do título de
mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Jair Minoro Abe

Área de Concentração: Gestão de
Sistemas de Operação

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

/ /

Prof. Dr. Jair Minoro Abe
Universidade Paulista - UNIP

/ /

Prof. Dr. João Inácio da Silva Filho
Universidade Santa Cecília - UNISANTA

/ /

Prof. Dr. Antonio Roberto Pereira Leite de Albuquerque
Universidade Paulista – UNIP

SÃO PAULO
2009

Celestino, Uanderson

Dispositivo eletrônico para auxílio na locomoção de deficientes visuais e/ou auditivos baseado na lógica paraconsistente anotada evidencial Et. / Uanderson Celestino. – São Paulo, 2009. 96f.

Dissertação (mestrado) – Apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Paulista, São Paulo, 2009.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação
“Orientação: Profº Dr. Jair Minoro Abe”

1. Paracontrol. 2. Microcontrolador. 3. Sensor de ultrassom. I.
Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa
Adriana Helena Celestino, companheira de
todos os momentos, sempre presente com
seu apoio e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço neste momento ao meu pai, Jesus Celestino, pelas primeiras lições de vida, pelo seu companheirismo e alegria de espírito sempre presente em todos os momentos.

Agradecimento especial à minha mãe, Maurina da Silva Celestino *in memoriam*.

Especialmente, meus mais sinceros agradecimentos ao meu orientador Prof. Dr. Jair Minoru Abe, pelos conselhos e oportunidades oferecidos durante o desenvolvimento deste trabalho, pela constante disposição e paciência durante toda minha jornada.

Ao Prof. Dr. João Inácio da Silva Filho, um dos idealizadores deste projeto e ao Prof. Dr. Antonio Roberto P. Leite de Albuquerque pelas contribuições dadas durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao amigo Fernando José da Silva, sempre solícito e prestativo, e que muito contribuiu para a realização deste trabalho.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, à Vice-Reitoria de Pesquisa e a Universidade Paulista – UNIP pelo apoio dado durante as pesquisas e elaboração desta obra.

À Fundação Dorina Nowill, que manteve sempre as portas abertas à nossa pesquisa, agregando ao trabalho o mais profundo conhecimento na questão do deficiente visual.

EPÍGRAFE

*“Dê o primeiro passo na fé. Você não precisa ver a escada inteira.
Apenas dê o primeiro passo.”*

Dr. Martin Luther King Jr. (1929-1968)

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	II
AGRADECIMENTOS	III
EPÍGRAFE	IV
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	X
LISTA DE QUADROS	XI
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XIII
RESUMO.....	XIV
<i>ABSTRACT</i>	XV
1 INTRODUÇÃO	16
1.1 O Comportamento do Deficiente Visual	18
1.2 Apresentação do Tema	21
1.3 Objetivo	23
1.4 Metodologia de Pesquisa	24
1.5 Justificativa.....	25
1.6 Estrutura do Trabalho.....	26
2 Revisão Bibliográfica.....	28

2. 1	Aplicações da Lógica Paraconsistente.....	28
2. 2	Dispositivos para Locomoção de Deficientes Visuais	33
3	Aspectos da Ciência Lógica	37
3. 1	Lógica Clássica.....	37
3. 2	Lógica Paraconsistente.....	39
3. 3	Lógica Paraconsistente Anotada	40
3. 4	Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$	41
3. 5	Algoritmo “Para-analisador”	46
4	<i>Hardware</i>	48
4. 1	Microcontrolador 8051.....	48
4. 2	Sensor de Infravermelho	51
4. 3	Sensor de Ultrassom.....	52
4. 4	Sensor de Ultrassom Utilizado	54
4. 5	Motor Elétrico Vibratório.....	59
4. 6	Alimentação do Circuito	61
5	O Dispositivo Keller	62
5. 1	Funcionamento do Dispositivo Keller	63
5. 2	Leitura do Sensor 1	67
5. 3	Leitura do Sensor 2.....	69
5. 4	Simulação do Funcionamento do Dispositivo.....	73
6	Fundação Dorina Nowill e Ensaios.....	76

6. 1	Primeira Visita à Fundação Dorina Nowill	76
6. 2	Segunda Visita à Fundação Dorina Nowill	77
6. 3	Pontos de Aprendizado	77
6. 4	Memorização do Ambiente.....	78
6. 5	Obstáculo	79
6. 6	Terceira Visita à Fundação Dorina Nowill	80
7	Testes Realizados na UNIP	84
7. 1	O Experimento Keller	84
8	Conclusão	87
9	Trabalhos Futuros	88
	Referências	89
	Apêndice 1	92
	Apêndice 2	94

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – ILUSTRAÇÃO DE UM TESTE DE ACUIDADE VISUAL (FONTE: SOBLEC, 2009)	17
FIGURA 1.2 – ESCALA SNELLEN (FONTE: SOBLEC, 2009).....	17
FIGURA 1.2.1 – CÃO-GUIA (FONTE: ABNT, 2004)	22
FIGURA 1.2.2 – SINALIZAÇÃO TÁTIL DE ALERTA – MODULAÇÃO DO PISO (FONTE: ABNT, 2004)	23
FIGURA 2.1.1 – ROBÔ EMMY (FONTE: DA SILVA FILHO, 1999).....	29
FIGURA 2.1.2 – VISTA FRONTAL DO ROBÔ EMMY II (FONTE: TORRES, 2004) ...	30
FIGURA 2.1.3 – DISPOSIÇÃO DOS SENSORES DO ROBÔ AMANDA (FONTE: SILVA, 2005)	31
FIGURA 2.1.4 – ROBÔ HEFESTO (FONTE: BERTO, 2007).....	32
FIGURA 2.2.1 –SIMULAÇÃO COMPLETA DO SISTEMA (FONTE: SELVI <i>AT AL.</i> , 2008)	35
FIGURA 2.2.2 – MONTAGEM DE TRANSDUTORES PARA TESTE EM LABORATÓRIO (FONTE: FRENKEL E GAO, 2006).....	36
FIGURA 3.3.1 – RETICULADO (FONTE: DA COSTA , ABE <i>AT AL.</i> ,1999)	41
FIGURA 3.4.1 – REPRESENTAÇÃO DO RETICULADO COM O GRAU DE CERTEZA E DE CONTRADIÇÃO (FONTE: DA SILVA FILHO E ABE, 1999).	44
FIGURA 4.1.1 – PINOS DO MICROCONTROLADOR (FONTE: ATMEL, 2007).....	51

FIGURA 4.2.1 – SENSOR DE INFRAVERMELHO (FONTE:TATO, 2007).....	52
FIGURA 4.3.1 – SENSOR DE ULTRASSOM	53
FIGURA 4.4.1 – FORMA DE ONDA DOS PINOS INIT E ECHO (FONTE: ACRONAME , 2007).....	56
FIGURA 4.4.2 – SENSOR MODELO: R287-SRF02 (FONTE: ACRONAME, 2007).	57
FIGURA 4.4.3 – RAI0 PADRÃO (FONTE: ACRONAME,2007)	58
FIGURA 4.4.4 – DIMENSÕES DOS SENSORES (FONTE: ACRONAME,2007)	59
FIGURA 4.5.1 – MOTORES VIBRATÓRIOS UTILIZADOS PARA ALERTAR O DEFICIENTE VISUAL (FONTE: PRECISION MICRODRIVES, 2005).....	60
FIGURA 4.6.1 – SUPORTE DE PILHAS	61
FIGURA 5.1-PERSPECTIVA 3D DO DISPOSITIVO.....	63
FIGURA 5.1.1 – DIAGRAMA DE BLOCO DA CAPTAÇÃO DOS SINAIS.....	64
FIGURA 5.1.2 – DIAGRAMA ELÉTRICO DO DISPOSITIVO	66
FIGURA 5.1.3 – PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO	67
FIGURA 5.3.1– FLUXOGRAMA DA PROGRAMAÇÃO	71
FIGURA 5.4.1– OBSTÁCULO À FRENTE – SITUAÇÃO 1.....	73
FIGURA 5.4.2- OBSTÁCULO FORA DE ALCANCE – SITUAÇÃO 2.	74
FIGURA 5.4.3 – OBSTÁCULO À DIREITA – SITUAÇÃO 3.	74
FIGURA 5.4.4 – OBSTÁCULO À ESQUERDA – SITUAÇÃO 4.	75
FIGURA 6.6.1– TRAJETO REALIZADO DURANTE O TESTE.	81
FIGURA 6.6.2 – TRAJETO REALIZADO E ÁRVORE COM GALHO BAIXO	82
FIGURA 7.1.1– <i>LAYOUT</i> DO LOCAL DOS TESTES.	85

LISTA DE TABELAS

TABELA 4.4.1 – CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS DO SENSOR.	57
TABELA 5.1.1 – VALORES DAS VARIÁVEIS μ E λ	65
TABELA 5.1.2 – LISTA DE COMPONENTES.	67
TABELA 5.3.1 – VALORES DE ENTRADA DOS SENSORES.	70
TABELA 5.3.2 – DADOS ARMAZENADOS NOS ENDEREÇOS DE MEMÓRIA.	70
TABELA 7.1.1 – TESTES REALIZADOS NOS LABORATÓRIOS DA UNIP.	86

LISTA DE QUADROS

QUADRO1 – QUPC (FONTE: DA SILVA FILHO, 1999).....	42
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

IA = Inteligência Artificial

G_c = Grau de certeza

G_{ct} = Grau de contradição

LPA= Lógica Paraconsistente Anotada

V_{scc} = Valor superior de controle de certeza

V_{icc} = Valor inferior de controle de certeza

V_{scct} = Valor superior de controle de contradição

V_{icct} = Valor inferior de controle de contradição

QUPC = Quadro Unitário do Plano Cartesiano

LISTA DE SÍMBOLOS

v = Verdadeiro

f = Falso

T = Inconsistente

\perp = Paracompleto

μ = Grau de evidência favorável

λ = Grau de evidência contrária

τ = Reticulado associado à Lógica Paraconsistente Anotada

\neg = Negação

\wedge = Conjunção

\vee = Disjunção

\rightarrow = Implicação

\leftrightarrow = Bi-implicação

RESUMO

CELESTINO, U. **Dispositivo Eletrônico Para Auxílio na Locomoção de Deficientes Visuais e/ou Auditivos Baseado na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ}** . Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Paulista, 2009.

Palavras-chave: lógica paraconsistente anotada evidencial E_{τ} ; microcontrolador; sensor de ultrassom.

Este trabalho apresenta as etapas de desenvolvimento e construção de um dispositivo eletrônico para auxílio na locomoção de deficientes visuais e/ou auditivos. O dispositivo é composto basicamente de dois sensores de ultrassom. O tratamento das informações captadas pelos sensores é processado através de um microcontrolador da família 8051 dotado de um algoritmo de controle que se baseia na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} (Para-analisador). Um dos sensor indica o grau de evidência favorável (μ), e o outro indica o grau de evidência contrária (λ), ambos relativos à proposição considerada: “não há obstáculo à frente”. A existência de obstáculos é transmitida pela vibração gerada por dois micromotores vibratórios. Assim o usuário do dispositivo pode identificar obstáculos e escolher o melhor caminho a seguir.

ABSTRACT

CELESTINO, U. **Electronic Device to Aid Locomotion of Deficient Visual and/or Auditive Based on the Paraconsistent Annotated Evidential Logic E_{τ}** . Dissertation (Msc in Production Engineering) – Institute of Exact Sciences and Technology, Paulista University, 2009.

Keywords: *paraconsistent annotated evidential logic E_{τ} ; microcontroller; ultrasonic sensor.*

This work presents the development steps and the construction of an electronic device to aid in decision making for the locomotion of visual and/or auditive deficient. This device is basically composed by two ultrasonic sensors, the treatment of the formations captured by the sensors are processed by a microcontroller 8051, conducted by the logical controller algorithm based on the Paraconsistent Annotated Evidential Logic E_{τ} (Para-analyzer). One the sensor shows the favorable evidence degree (μ) and the other sensor shows the contrary evidence degree (λ) regarding the proposition: "there isn't obstacle ahead". The existence of obstacles is transmitted through of the vibration generated by two vibration motors. Thus the user of the device can identify obstacles and choose the best way to follow.

1 INTRODUÇÃO

Este projeto teve início com uma proposta do professor Dr. Jair Minoro Abe de desenvolver um dispositivo para auxiliar pessoas com deficiência visual, baseado em uma nova classe de lógica não-clássica a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$. Ainda durante minha graduação, em 2006, fui apresentado ao projeto Keller, que tinha como principal objetivo transmitir ao deficiente visual informações confiáveis quanto à existência de obstáculos, que sempre causam transtorno durante a locomoção.

Em vista do avanço da Inteligência Artificial (IA), com aplicação nos mais variados campos, tais como robótica, automação industrial, etc. torna-se natural tentar aplicá-la no auxílio às pessoas portadoras de deficiência física.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) define como Cegueira Legal a acuidade visual, no olho de melhor visão, sendo este igual ou menor que 6/60, ou correspondente à perda de campo visual, sendo este restrito a 20 graus de amplitude, com a melhor correção óptica, ou seja, o que uma pessoa com visão normal consegue ler ao se colocar a uma distância 60 metros, uma pessoa com baixa visão só poderá ler a seis metros de distância (OHW, 2003).

Dentre outras formas de se avaliar a acuidade visual existe o teste realizado com a escala Snellen, de uso geral e simples, que pode ser rapidamente administrada segundo Telford e Sawrey (1972).

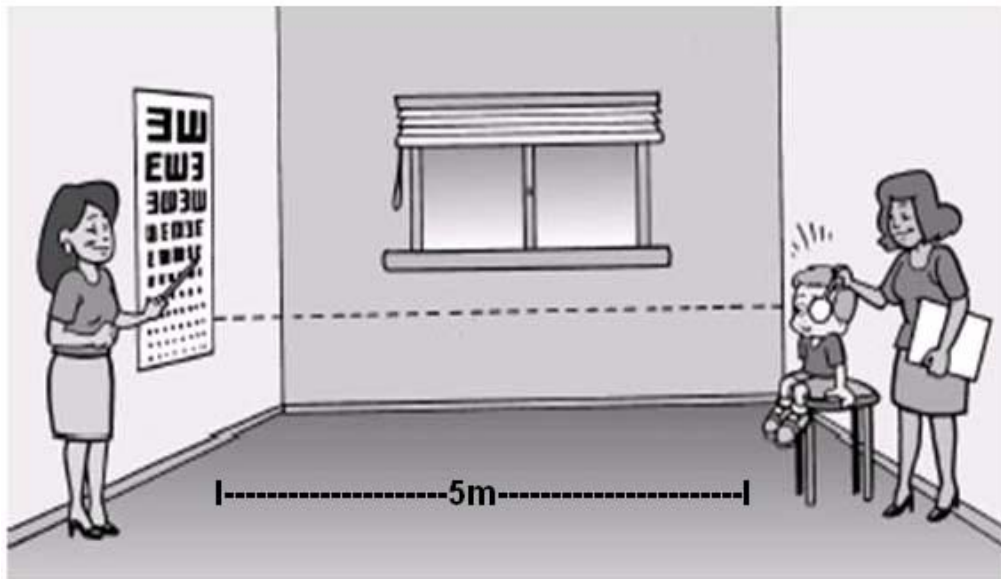


Figura 1.1 Ilustração de um Teste de Acuidade Visual (Fonte: SOBLEC, 2009)

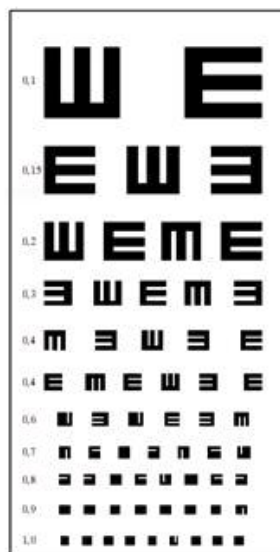


Figura 1.2 Escala Snellen (Fonte: SOBLEC, 2009)

Acuidade visual ou agudeza visual é a capacidade de transformar estímulos luminosos, que são refletidos dos objetos que estão à nossa volta em imagens, permitindo sua identificação e localização (SBO, 2009).

Estima-se que existam entre 40 e 45 milhões de cegos em todo o mundo e 135 milhões de pessoas com baixa visão. No entanto, em 80% dos casos, a

perda visual pode ser prevenida ou mesmo curada, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Agência Internacional para a Prevenção da Cegueira. Estima-se que 90% dos casos de cegueira ocorrem nos países em desenvolvimento. As principais causas de cegueira evitável são catarata, tracoma, oncocerquiase, certos transtornos que atingem as crianças, incluindo a deficiência de vitamina A e retinopatia, doença degenerativa não inflamatória da retina e da falta de óculos e instrumentos para ajudar a baixa visão (OHW, 2003).

No Brasil, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2000, existiam 148 mil pessoas cegas e 2,4 milhões com grande dificuldade de enxergar (IBGE, 2004).

1.1 O Comportamento do Deficiente Visual

As pessoas cegas e com baixa visão normalmente necessitam do auxílio de terceiros para identificar endereços, itinerários do transporte público e outras referências para a locomoção. As barreiras percebidas durante a locomoção em vias públicas fazem do espaço urbano um local de inúmeros riscos para qualquer pessoa, e com maior risco para deficientes visuais.

Acessibilidade, segundo a definição da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), é a “possibilidade e condição de alcance, percepção e

entendimento para a utilização com segurança e autonomia de edificações, espaço, mobiliário, equipamento urbano e elementos” (ABNT, 2004).

A acessibilidade é uma condição básica para a inclusão social das pessoas com deficiências ou que tenham necessidades especiais. Em uma sociedade que se utiliza de modernas tecnologias de informação e de comunicação, acessibilidade plena passa a ser uma necessidade constante nos centros urbanos.

O decreto número 5.296 de 02 de dezembro de 2004 regulamenta a Lei Federal número 10.048, de 08 de novembro de 2000, que dispõe sobre o atendimento e a acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida, e se apresenta como um avanço na inclusão social.

“A pessoa cega ou com visão subnormal pode ser bem-sucedida se lhe forem oferecidos os meios necessários para desenvolvimento pleno e inclusão social”.

Fundação Dorina Nowill para Cegos

Três grandes problemas atingem o indivíduo cego: a compreensão social, a educação por meios não-visuais e a mobilidade independente. Este trabalho procura atuar única e exclusivamente na questão da mobilidade, prezando pela segurança durante o deslocamento do deficiente visual (TELFORD E SAWREY, 1972).

Este projeto leva o nome de Helen Keller, uma mulher extraordinária, triplamente deficiente, que ficou cega, surda e muda ainda na infância, e que, com sua mensagem de dedicação e superação serve de inspiração para este

trabalho, a quem fizemos uma pequena homenagem dando o nome de Keller ao dispositivo que desenvolvemos.

O projeto contou com o apoio da Fundação Dorina Nowill para Cegos, que gentilmente cedeu seus colaboradores para que, com suas experiências sobre o assunto, pudessem contribuir para a realização dessa pesquisa, e à vice-reitoria de pesquisa e pós-graduação pelo apoio material oferecido.

Com o início das pesquisas, um trabalho de coleta de informações junto aos deficientes visuais mostrou-se necessário para que pudesse haver um entendimento sobre o assunto. Com os primeiros relatos observou-se a necessidade de haver uma proteção para a área do rosto e partes superiores do corpo. Isso ocorre porque não há um equipamento ou dispositivo que possa detectar obstáculos a esta altura. Foram listados alguns destes objetos responsáveis por esse tipo de acidentes: cestos de lixo apoiados em postes, telefones públicos, galhos de árvores, entre outros obstáculos comumente encontrados nos percursos de deslocamento dos deficientes visuais nas cidades.

Os elementos da vegetação dentre os quais ramos pendentes, plantas entouceiradas, galhos de arbustos e de árvores devem ser preservados de modo a não interferirem na circulação (ABNT, 2004).

1.2 Apresentação do Tema

O primeiro grande passo em direção à inclusão do deficiente visual à cultura e à sociedade ocorreu no século XIX, com a invenção de Louis Braille. Com seu invento, ele proporcionou ao deficiente visual acesso à leitura e à escrita (TELFORD E SAWREY, 1972). No sistema Braille imprime-se caracteres em uma folha de papel e o alto relevo que se sobressai pode ser lido através da sensibilidade da ponta dos dedos.

A primeira relação entre um cão e uma pessoa cega com o propósito de auxílio na locomoção perde-se no tempo, mas, talvez, o exemplo mais antigo seja uma gravura mural presente nas ruínas romanas do século I, da cidade de Herculaneum. Nessa gravura, pode se observar um cão preso por rédeas, permitindo assim, guiar uma pessoa cega. No entanto, a primeira tentativa sistemática para treinar cães para guiarem pessoas cegas dá-se por volta do ano de 1780 no Hospital para Cegos Les Quinze-Vingts em Paris (PCUC, 2005).

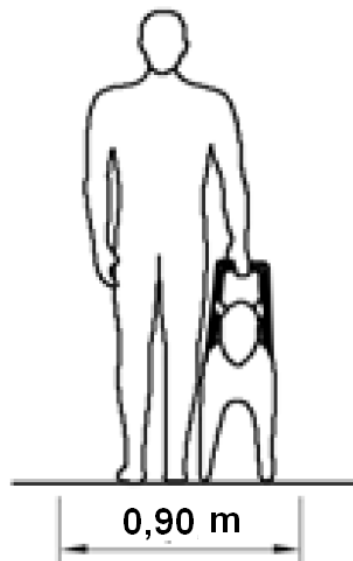


Figura 1.2.1 Cão-Guia (Fonte: ABNT, 2004)

Nota-se uma preocupação com a melhor qualidade de vida do deficiente, e esta preocupação pode ser percebida com as alterações propostas nos espaços públicos como a instalação da sinalização tátil direcional que é um piso criado para orientar o deficiente visual, sinalizando o percurso ou a distribuição espacial dos diferentes elementos de um edifício. Pode ser citada também a linha-guia, que são elementos naturais ou edificados, que possa ser utilizada como guia de balizamento para pessoas com deficiência visual que utilizem bengala de rastreamento (ABNT, 2004).

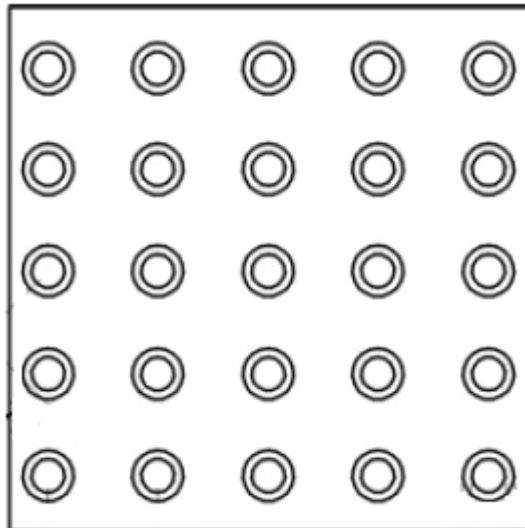


Figura 1.2.2 Sinalização Tátil de Alerta – Modulação do Piso (Fonte: ABNT, 2004)

O desenvolvimento deste trabalho procura seguir os passos pioneiros de pesquisadores que se empenharam na busca por soluções que integrem pessoas com deficiência visual às atividades cotidianas.

1.3 Objetivo

O objetivo deste trabalho é apresentar o desenvolvimento e a construção de um dispositivo para auxílio na locomoção e proteção de deficientes visuais, dispositivo este que poderá ser produzido em larga escala e com um baixo custo, visto que conta com um número reduzido de componentes.

Além disso, pretende-se consolidar as vantagens de se utilizar os conceitos de uma lógica não-clássica na solução de problemas, onde existe a necessidade de se manipular informações imprecisas.

Este projeto visa, com a criação do dispositivo, proporcionar uma melhor qualidade de vida ao deficiente visual.

1.4 Metodologia de Pesquisa

O trabalho foi pautado em uma solução que associa os recursos da microeletrônica com o uso de processadores capazes de processar informações, com agilidade suficiente para garantir a segurança de quem depende do resultado das informações processadas, e o apoio da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} , que possibilita que dados imprecisos ou conflitantes possam ser manipulados, e destes possam ser extraídas informações relevantes.

1.5 Justificativa

São conhecidos como sistemas de interação do deficiente visual à sociedade o cão-guia, sistemas de saída em Braille, sistemas de reconhecimento de voz, sistemas de saída de voz, entre outros. Estes sistemas citados apresentam pontos positivos e negativos em sua implementação.

Os custos desses dispositivos são altos e requerem muitas horas de treinamento para que os deficientes visuais possam usá-los, por isso, na prática, uma grande parte dos deficientes visuais não tem condições de adquiri-los, o que os torna pouco usados.

Com as pesquisas do Grupo de Lógica Paraconsistente e Inteligência Artificial, Grupo de Pesquisa da UNIP, liderado pelo Prof. Dr. Jair M. Abe catalogado no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), na área de robótica, tivemos então condições de desenvolver um protótipo de um dispositivo eletrônico para auxílio na locomoção de pessoas com deficiência visual e/ou auditiva, que tem apoio na teoria da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} .

Este trabalho, além das contribuições acadêmicas agregadas em função das pesquisas realizadas, constitui também uma importante obra de cunho social, pois cria um dispositivo funcional, prático e com baixo custo para que possa ser produzido em larga escala. O dispositivo se mostra viável e inovador, visto que não foram encontrados exemplares similares.

1.6 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está dividido em oito capítulos, sendo que o primeiro apresenta a parte introdutória com objetivos, justificativas, motivação e a metodologia utilizada.

O capítulo 1 apresenta a definição de cegueira segundo a Organização Mundial de Saúde, métodos de avaliação da visão e as soluções encontradas, ao longo dos séculos, para amenizar os transtornos causados pela deficiência visual.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica com exemplos de trabalhos que se basearam na teoria da Lógica Paraconsistente Anotada. Neste capítulo é feito também um levantamento de protótipos criados para identificar obstáculos usando a tecnologia do Sonar.

O capítulo 3 faz uma revisão dos conceitos da lógica clássica e de sua evolução e apresenta ainda a teoria das lógicas não-clássicas, pertencente à Lógica Paraconsistente Anotada (LPA).

No capítulo 4 é apresentado o conceito do Algoritmo Para-analisador e o controlador lógico ParaControl estudado pelo Prof.Dr. João Inácio da Silva Filho (DA SILVA FILHO, 1999).

O capítulo 5 descreve o *hardware* empregado no desenvolvimento deste trabalho, os componentes eletrônicos e as soluções encontradas durante a etapa de montagem do dispositivo.

O capítulo 7 apresenta os testes realizados, o parecer dos usuários, o conhecimento gerado com a pesquisa e os resultados obtidos.

O capítulo 8 traz as conclusões sobre o método utilizado e suas contribuições.

O capítulo 9 traz as perspectivas para trabalhos futuros a serem desenvolvidos utilizando a Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} .

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aplicações da Lógica Paraconsistente

Neste capítulo são apresentados trabalhos que contaram com o apoio da Lógica Paraconsistente Anotada no desenvolvimento de projetos relacionados com IA (Inteligência Artificial) e a tomada de decisão.

Uma arquitetura de *hardware* reconfigurável paraconsistente em navegação de robôs móveis foi demonstrada por Campos (2007). Nesse trabalho foi aplicada a teoria da Lógica Paraconsistente Anotada, juntamente com as técnicas de comportamento robótico, e a proposta de tratar as informações inconsistentes ou paracompletas implementadas em um *hardware* reconfigurável na construção do robô móvel Luiza.

Segundo Campos (2007),

A Lógica Paraconsistente Anotada fornece mecanismos e técnicas para representar e manipular o fenômeno da inconsistência, permitindo o desenvolvimento de um sistema de navegação onde a inconsistência não é simplesmente eliminada dos dados coletados por um artifício, mas sim incorporada ao modelo do mundo real (CAMPOS, 2007).

Outro exemplo de aplicação da teoria da Lógica Paraconsistente no desenvolvimento de robôs autômatos foi observado na construção do robô móvel Emmy, desenvolvido por Da Silva Filho e colaboradores em 1999 (DA

SILVA FILHO, 1999). O robô Emmy é o primeiro robô móvel autônomo que funciona com a Lógica Paraconsistente elaborado com um *hardware* totalmente baseado na teoria da Lógica Paraconsistente.

Com o propósito de se locomover de forma autônoma, desviando de possíveis obstáculos, o robô foi construído sobre uma base circular de 30 cm de diâmetro, que lhe dava mobilidade. Neste projeto foram utilizados sensores de ultrassom, que forneciam ao sistema de controle informações equacionadas sobre o grau de evidência favorável e evidência contrária, com relação a existência ou a não existência de objetos à frente do robô.



Figura 2.1.1 Robô Emmy (Fonte: DA SILVA FILHO, 1999)

Elaborado no protótipo de Da Silva Filho, de 1999, o analisador paraconsistente é um para-analisador, algoritmo que traduz a análise paraconsistente por meio do tratamento dos valores dos graus de evidência

favorável e de evidência contrária, resultando nos valores dos graus de contradição e de certeza.

Também aplicando a mesma teoria empregada no desenvolvimento do robô Emmy, surge o trabalho de Torres, de 2004, com a criação do robô Emmy II.

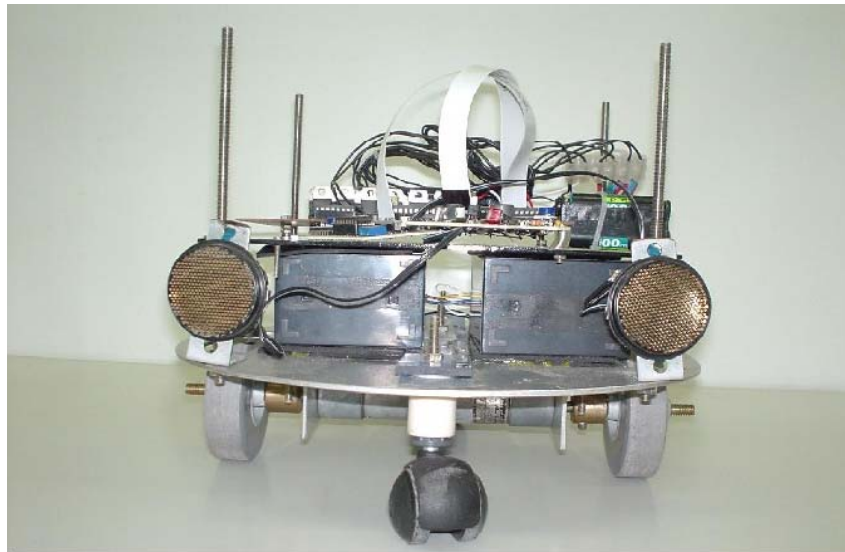


Figura 2.1.2 – Vista Frontal do Robô Emmy II (Fonte: TORRES, 2004)

Segundo Torres (2004), seu trabalho apresenta um controlador baseado na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} , aplicando o algoritmo *ParaControl*, que constitui uma variação do analisador lógico estudado (DA SILVA FILHO, 1999). Como característica inovadora, o robô Emmy II possui controle de velocidade nas diversas ações possíveis de serem realizadas.

Uma aplicação para a robótica, utilizando LPA (Lógica Paraconsistente Anotada) e a teoria dos campos potenciais artificiais, foi apresentada no trabalho de Silva (2005), com o projeto do robô móvel Amanda.

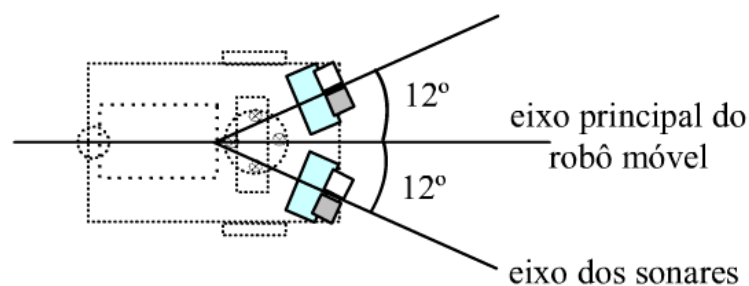


Figura 2.1.3 – Disposição dos Sensores do Robô Amanda (Fonte: SILVA, 2005)

O robô Amanda agrupava duas tecnologias na camada de reconhecimento, uma delas sensores de ultrassom, e a outra, sensores de luz ou LDR (*light dependent resistor*), um componente eletrônico que altera sua resistência à passagem de elétrons em função da luz que incide sobre sua superfície. De acordo com Silva (2005), as contribuições da Lógica Paraconsistente Anotada puderam ser observadas quanto ao tratamento dos sinais conflitantes provenientes dos sensores. A teoria utilizada proporcionou uma análise dos dados de uma forma mais simples e natural.

Proposta por Berto (2007), a utilização da Lógica Paraconsistente Anotada no controle de sensor de temperatura na automação de robôs móveis:

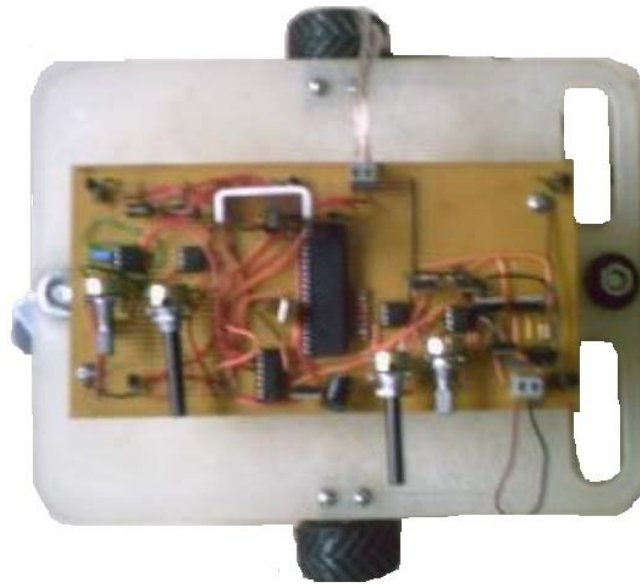


Figura 2.1.4 – Robô Hefesto (Fonte: BERTO, 2007)

Em seu protótipo (BERTO, 2007) sugere a construção de um robô móvel capaz de se locomover em busca de fontes de calor. A tecnologia visa auxiliar equipes de resgate durante operações de salvamento. O robô Hefesto pode se locomover autonomamente em direção aos focos de incêndio. As informações referentes à temperatura ambiente são coletadas por sensores de temperatura que traduziam os dados na forma de grau de evidência favorável e contrária, dando as diretrizes para que o robô se movimente e desta maneira atingindo seu objetivo.

Para Berto (2007), a aplicação da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} se mostrou mais eficiente dentre a lógica clássica, pois a primeira permite que dados conflitantes sejam manipulados.

2. 2 Dispositivos para Locomoção de Deficientes Visuais

Neste capítulo apresentam-se trabalhos de pesquisadores que concentram esforços na busca por soluções ligadas ao tema da mobilidade e locomoção de deficientes visuais. Os trabalhos pesquisados foram pautados à luz da lógica clássica e se valeram de processadores e sensores eletrônicos para o desenvolvimento de dispositivos eficazes.

Segundo os pesquisadores israelenses Shoval e Borenstein (1998), a tarefa de detecção de obstáculos ou da ausência desses, pode ser melhor desempenhada com a ajuda de equipamentos eletrônicos, os ETAS (*Electronics Travel Aids*), sistema que opera como radar, emitindo um sinal de ultrassom ou infravermelho, e pela recepção desse mesmo sinal pode-se precisar a distância entre o sensor e o obstáculo.

No trabalho apresentado a seguir, o autor compara os movimentos de deslocamento de um robô e os movimentos de locomoção de um deficiente visual. O NavBelt, cujo o nome é uma fusão das palavras *Navegation*, do inglês navegação, e da palavra *Belt*, que significa cinto, sugerindo então um cinto que auxilie na locomoção. No protótipo criado por Shraga Shoval e Johann Borenstein são utilizados vários sensores de ultrassom presos a um cinto, com as faces dos sensores voltadas para diversas direções. Nesse modelo não há necessidade de uma varredura manual como a que ocorre ao se usar a bengala. O dispositivo conta com um receptor de dois canais que capta os sinais de ultrassom refletidos e os converte em sinais binários audíveis por

intermédio de fones de ouvido. Este método se mostrou eficiente para detectar objetos pequenos.

Andha Asthra é um exemplo de sistema para detecção de obstáculos criado por pesquisadores indianos de Bangalore, Karnataka (SELVI *et al.*, 2008). *Andha Asthra* é um termo em sânscrito, de origem indiana, que refere-se a um dispositivo de proteção para os cegos: *Andha* significa cego e *Asthra* significa dispositivo. A seguir apresenta-se a divisão do equipamento em quatro conjuntos de módulos:

- um módulo ultrassônico é fixado próximo ao pescoço do usuário;
- dois módulos ultrassônicos são colocados em cada uma das pernas, próximos aos joelhos;
- um módulo é colocado na cintura - é esse sensor que permite a detecção de degraus.

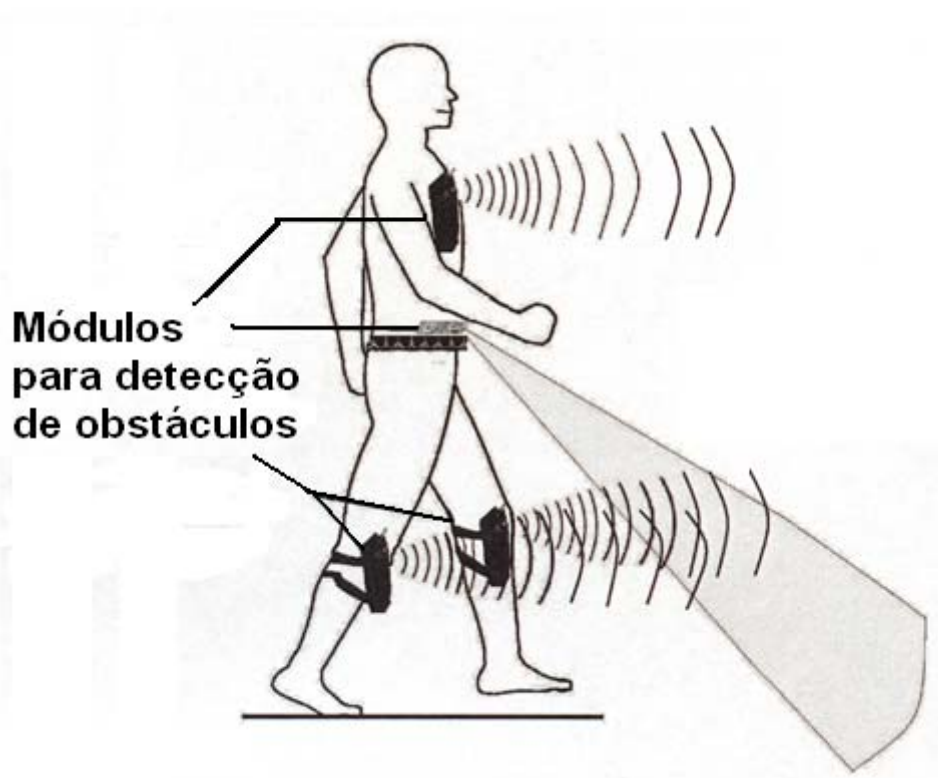


Figura 2.2.1 – Simulação Completa do Sistema (Fonte: SELVI et al., 2008)

O dispositivo alerta o usuário da existência de obstáculo por intermédio da vibração gerada por componentes que possuem esta finalidade. O *Andha Asthra* tem um ponto positivo importante dentre os outros dispositivos pesquisados: seus sensores permitem a detecção de desnível no terreno, podendo localizar degraus de escadas e depressões no solo. Segundo os próprios autores, o dispositivo consiste em um equipamento complexo e que requer treinamento por parte do usuário para sua utilização.

Uma bengala equipada com um conjunto de sensores de ultrassom e um microcontrolador (56F8323) foi apresentada no trabalho dos norte-americanos (FRENKEL e GAO, 2006). O projeto trata de um protótipo de 2006, criado para

ser acoplado a uma bengala comum. O protótipo opera com um algoritmo capaz de distinguir e identificar colisões, que representam perigo para o deficiente visual.

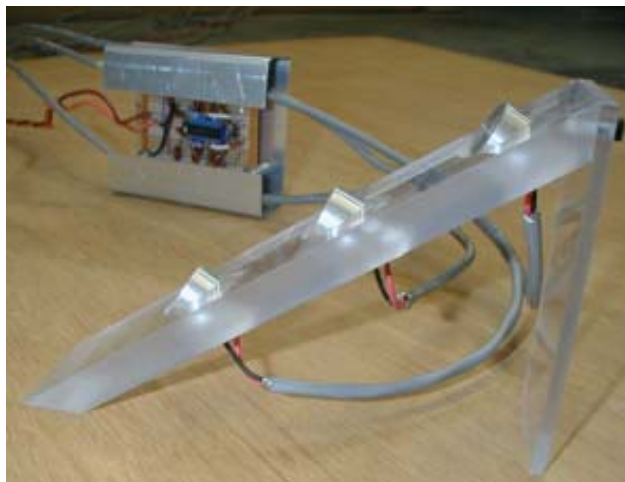


Figura 2.2.2 – Montagem de Transdutores para Teste em Laboratório

(Fonte: FRENKEL E GAO, 2006)

O protótipo foi desenvolvido para melhorar a função da bengala, ao identificar obstáculos superiores a 0,9 metros e inferiores a dois metros, assim protegendo a cabeça e a parte superior do corpo.

A Figura 2.2.2 mostra a montagem para os testes com dois receptores e um transmissor: o suporte foi fixado em um ângulo de 38° e os eixos dos sensores, com um ângulo de 60° em relação à superfície da bengala.

3 ASPECTOS DA CIÊNCIA LÓGICA

3.1 Lógica Clássica

A lógica, em seu sentido amplo, nos serve não apenas como uma ferramenta poderosíssima para edificações de teorias matemáticas, computacionais etc., com todas as suas consequências nas aplicações industriais, sociais, educacionais, mas, também, nos é guia para vivermos e enxergarmos as coisas de maneira orgânica, permitindo assim raciocinar melhor sobre o cotidiano e tomar decisões mais sensatas para uma vida mais salutar, organizando-nos e assim aprimorando-nos cada dia mais (ABE, 2007).

Ao que tudo indica, a história da lógica antiga tem seus primeiros registros com o filósofo grego Aristóteles (384 a.C – 322 a.C), que apresenta a primeira sistematização conhecida da lógica. Nesse período a lógica não sofre grandes avanços.

A lógica clássica esta fundamentada em vários princípios, entre os quais pode-se citar o princípio da identidade, o princípio do terceiro excluído e o princípio da contradição ou não contradição.

a) **Princípio da identidade:** todo objeto é idêntico a si mesmo:

$$X = X$$

b) **Princípio do terceiro excluído:** de duas proposições contraditórias, uma é verdadeira;

$$p \vee \neg p$$

c) **Princípio da contradição (ou da não-contradição):** entre duas proposições contraditórias, uma é falsa:

$$\neg (p \wedge \neg p)$$

Durante um longo período, a teoria de Aristóteles serviu como alicerce para os estudos fundados em lógica. Para Aristóteles, a lógica mostra como funciona o pensamento durante o exercício de pensar, da forma como se estrutura o raciocínio, manifestando os elementos e fornecendo demonstrações (REALE E ANTISERI, 1990).

No início do século XIX, por influência de G. Boole (1815-1864), A. De Morgan (1806-1871) e outros autores contemporâneos, surge a lógica de tendência algébrica. Paralelamente, G. Frege (1848-1925) edificou um sistema lógico, que deu origem a várias características da lógica moderna.

Com as contribuições do lógico austríaco K. Gödel, que concluiu não poder haver uma sistematização total da aritmética, ou seja, existem proposições intuitivamente e sem rigor que “são verdadeiras, no entanto, são indemonstráveis”. Este pensamento moderno traz o despertar de uma nova era para o estudo da lógica.

Pode-se dividir o estudo da lógica em três períodos:

- Período Aristotélico;
- Período Booleano e

- Período Contemporâneo.

3.2 Lógica Paraconsistente

A lógica clássica limita-se apenas a dois estados lógicos, o verdadeiro e o falso. Quase todos os conceitos do mundo real possuem um grau de imprecisão, e ao manipular elementos deste mundo têm-se respostas que não serão absolutamente falsas ou verdadeiras.

A Lógica Paraconsistente pertence à classe das lógicas chamadas não-clássicas e teve origem nos trabalhos elaborados e publicados em 1948, de modo independente, por Stanislaw Jaskowski, um polonês, e pelo brasileiro Newton C.A. da Costa.

Esses trabalhos pioneiros consideravam a contradição e foram denominados “paraconsistentes”, que significa “ao lado de”. O termo foi cunhado pelo filósofo peruano Francisco Miró Quesada em 1976.

Um sistema lógico nomeia-se paraconsistente se puder ser empregado como lógica subjacente de teoria inconsistente, porém, não-triviais. Isto leva a derrogar o princípio da não-contradição, entre duas proposições contraditórias, uma é falsa.

A Lógica paraconsistente permite manipular sistemas informacionais inconsistentes e extraordinariamente fortes, sem a necessidade de eliminar as

contradições e sem a ocorrência de trivialização (ABE E DA SILVA FILHO, 1999).

3.3 Lógica Paraconsistente Anotada

Na Lógica Paraconsistente Anotada (LPA) as fórmulas proposicionais vêm acompanhadas de anotações. Cada anotação pertencente a um reticulado finito τ , que atribui valores à sua correspondente fórmula proposicional. Percebe-se o significado da proposição por meio de uma linguagem.

Quando unimos os termos entre si, afirmando ou negando algo de alguma outra coisa, temos então o “juízo”. O juízo, portanto, é o ato com que afirmamos ou negamos um conceito em relação a outro conceito. E a expressão lógica do juízo é a ‘enunciação’ ou ‘proposição’ (REALE E ANTISERI, 1990).

A Figura 3.3.1 mostra um reticulado de quatro vértices associado à LPA. Na Lógica Paraconsistente Anotada a anotação é composta por dois valores, um que representa a evidência favorável à proposição p , e outro que representa a evidência contrária à proposição p .

De forma intuitiva, podemos dizer que a proposição p pode pertencer a um dos quatro estados lógicos extremos da LPA:

v = verdadeiro

f = falso

T = inconsistente

\perp = paracompleto

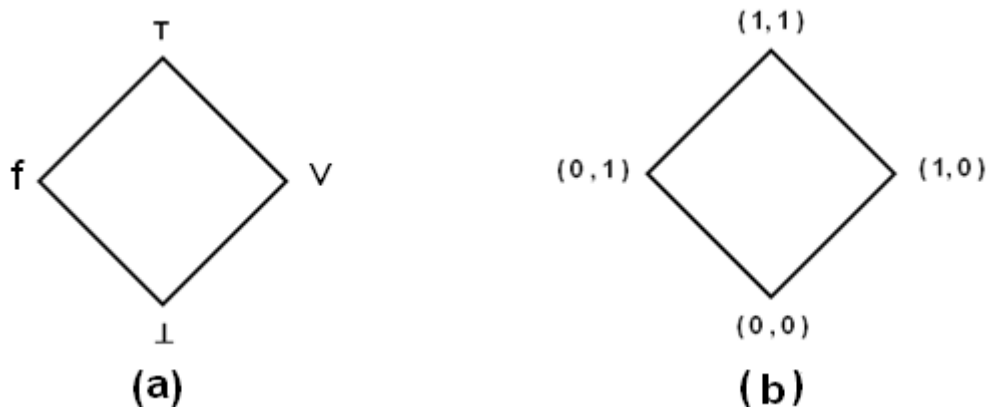


Figura 3.3.1- Reticulado (Fonte: DA COSTA, ABE *et al.*, 1999)

3.4 Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ}

É denominada “crença” a evidência favorável à proposição p , portanto, grau de crença é o primeiro valor da anotação. É denominada “descrença” a evidência contrária à proposição p , portanto, grau de descrença é o segundo valor da anotação. O grau de crença é simbolizado por μ e o grau de descrença, por λ .

Com essas considerações, cada constante anotacional do reticulado é representada pelo par ordenado (μ, λ) , em que:

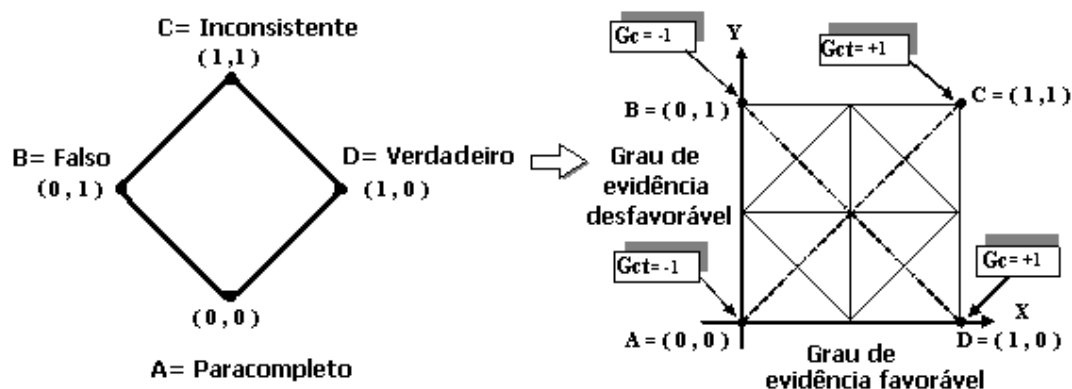
μ = grau de evidência favorável

λ = grau de evidência contrária

Consideremos, então, o reticulado de Hosse com anotação de dois valores, $\tau = \{(\mu, \lambda) \mid \mu, \lambda \in [0, 1] \subset \mathbb{R}\}$ apresentado conforme o Quadro 3.4.1 :

Se p é uma fórmula básica, o operador $\sim:|\tau| \rightarrow |\tau|$ é definido como: $\sim[(\mu, \lambda)] = (\mu, \lambda)$ em que, $(\mu, \lambda) \in \{x \in \mathbb{R} \mid 0 \leq x \leq 1\}$, considera-se (μ, λ) como anotação de p .

Assim, o valor do grau de evidência favorável μ e o grau de evidência contrária λ são completamente independentes e podem ser estudados por intermédio de um Quadrado Unitário no Plano Cartesiano (QUPC), no qual são definidos os valores resultantes denominados grau de Contradição G_{ct} e grau de Certeza G_c . O Quadro 3.4.1 mostra esta representação.



Quadro 3.4.1- QUPC (Fonte: DA SILVA FILHO, 1999)

No Quadrado Unitário do Plano Cartesiano pode-se calcular o Grau de contradição G_{ct} aplicando a fórmula $G_{ct} = \mu + \lambda - 1$. O grau de contradição varia de -1 a +1 e seu valor é correspondente à distância do ponto de interpolação entre os graus de evidência favorável, e do grau de evidência contrária à reta que liga o ponto $D = (1, 0)$ - verdadeiro ao ponto $B = (0, 1)$ - falso.

No Quadrado Unitário do Plano Cartesiano podemos calcular também o grau de certeza G_c pela equação: $G_c = \mu - \lambda$.

O grau de certeza varia de -1 a +1 e seu valor corresponde à distância do ponto de interpolação entre o grau de evidência favorável e o grau de evidência contrária à reta que liga o ponto A = (0, 0) - Paracompleto ao ponto B = (1, 1) inconsistente.

O valor -1, que corresponde ao ponto B = (0, 1), significa intuitivamente que temos uma certeza máxima na negação da proposição, e o valor +1, que corresponde ao ponto D = (1, 0), significa intuitivamente que temos uma certeza máxima na afirmação da proposição.

Os valores dos graus de contradição são alocados verticalmente no reticulado associado à Lógica Paraconsistente Anotada, compondo o eixo denominado eixo dos graus de contradição.

Os valores dos graus de certeza são alocados horizontalmente no reticulado associado à Lógica Paraconsistente Anotada, compondo o eixo denominado eixo dos graus de certeza, conforme a Figura 3.4.1 (a).

Com os valores dos graus de contradição G_{ct} e os valores dos graus de certeza G_c encontrados para $\{(\mu, \lambda) \in \{x \in \mathbb{R} \mid 0 \leq x \leq 1\}\}$ e alocados nos eixos, podemos descrever totalmente o reticulado da LPA.

Dois valores-limite externos e arbitrários (V_{scc} = valor superior de controle de certeza e V_{icc} = valor inferior de controle de certeza) determinam quando o grau de certeza resultante é alto o suficiente para que a proposição analisada seja considerada totalmente Verdadeira ou totalmente Falsa.

Da mesma forma, dois valores-limite externos e arbitrários (V_{scct} = valor superior de controle contradição e V_{icct} = valor inferior de controle contradição) determinam quando o valor do grau de contradição resultante da análise é tão alto que se pode considerar a proposição totalmente inconsistente, conforme mostra a Figura 3.4.1 (b).

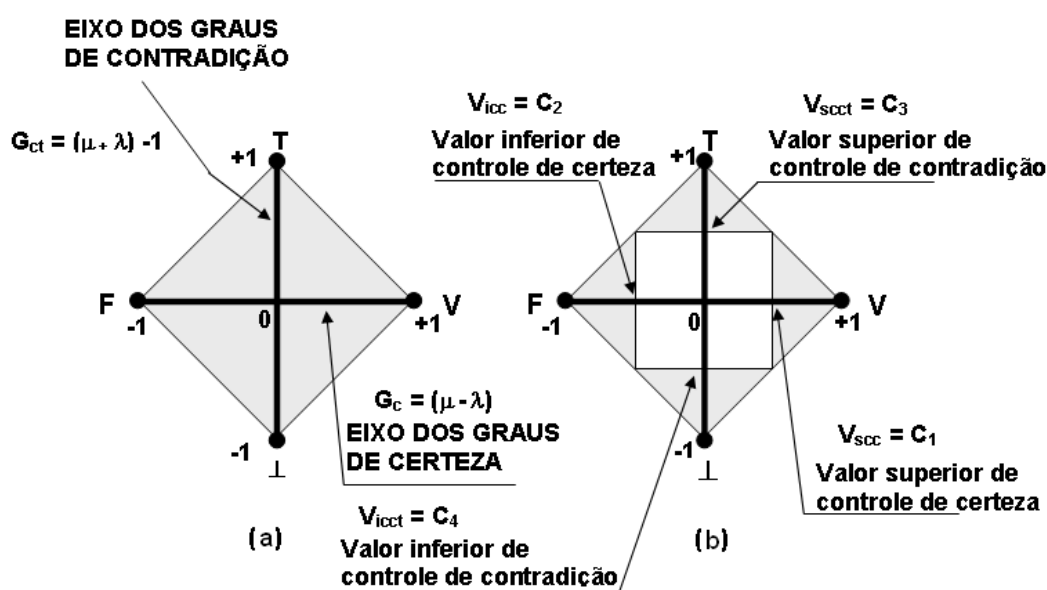


Figura 3.4.1 – Representação do Reticulado com o Grau de Certeza e de Contradição (Fonte: DA SILVA FILHO E ABE, 1999)

Como citado por ABE (1992) e ABE e DA COSTA (2000), a discordância entre especialistas em um determinado domínio é comum e pode ser significativa na solução de problemas. Por exemplo: numa situação na qual se busca chegar a um determinado local desconhecido, é natural colhermos informações com pessoas que conhecem a região aonde se pretende ir. Se as informações colhidas são divergentes, será mais produtivo analisar melhor a

situação, talvez colhendo mais informações. Assim, tais inconsistências são mais bem acomodadas em uma lógica Paraconsistente, em relação à lógica Clássica.

A Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial E_{τ} constitui uma lógica não-clássica que aceita e trata contradições e admitem outros estados lógicos entre os extremos da falsidade e da verdade, de modo não-trivial em seu interior (ABE, 1992).

Na análise paraconsistente o objetivo principal é intuitivamente saber com que medida ou "grau de certeza" se pode afirmar que uma proposição é falsa ou verdadeira. Portanto, é considerado como resultado da análise apenas o valor do grau de certeza G_c .

O valor do grau de contradição G_{ct} é um indicativo que informa a medida da inconsistência. Se houver um baixo valor de certeza ou muita inconsistência o resultado é uma indefinição.

Os valores de controle ajustados externamente são limites que vão servir como referência na análise.

Podemos descrever a análise paraconsistente utilizando apenas as equações originadas no Quadrado Unitário do Plano Cartesiano: com variáveis de entrada: μ , tal que: $0 \leq \mu \leq 1$ e λ , tal que: $0 \leq \lambda \leq 1$.

Os valores limites:

$$V_{icc}, \text{ tal que: } -1 \leq V_{icc} \leq 0$$

$$V_{scc}, \text{ tal que: } 0 \leq V_{scc} \leq 1$$

$$V_{icct}, \text{ tal que: } -1 \leq V_{icct} \leq 0$$

V_{scct} , tal que: $0 \leq V_{scct} \leq 1$

O grau de certeza calculado: $G_c = \mu - \lambda$

O grau de contradição: $G_{ct} = \mu + \lambda - 1$

O grau de certeza G_c resultante da análise é obtido por meio das comparações feitas a seguir:

Se: $V_{icc} \leq G_c \leq V_{scc}$ ou $V_{scct} \leq G_{ct} \leq V_{icct} \Rightarrow G_c = \text{Indefinição}$

Para: $V_{icct} \leq G_{ct} \leq V_{scct}$. Se: $G_c \leq V_{icc} \Rightarrow G_c = \text{Falso com grau } G_c$

$V_{scc} \leq G_c \Rightarrow G_c = \text{Verdadeiro com grau } G_c$

Uma descrição do reticulado utilizando os valores obtidos pelas equações origina o Algoritmo Para-analisador.

3.5 Algoritmo “Para-analisador”

O Algoritmo Para-analisador é construído para efetuar os cálculos que determinam o Grau de Contradição e o Grau de Certeza. O algoritmo também faz a comparação entre os valores encontrados e os ajustes externos para definir as regiões do reticulado que representam o estado lógico que será apresentado na saída do algoritmo. O QUPC é dividido em 12 regiões e permite análises para tomadas de decisão. Para a análise do dispositivo foram utilizadas quatro regiões, sendo elas: Verdadeiro, Falso, Paracompleto e Indeterminado (DA SILVA FILHO E ABE, 2001).

O Algoritmo Para-analisador pode ser utilizado em *softwares* aplicativos ou *firmwares*. Segundo a definição de Gimenez (2002), *firmware* é o programa ou *software* que se encontra exclusivamente instalado em uma unidade de memória não-volátil (não perde as informações gravadas mesmo não estando energizada). O *software* que gerencia as funcionalidades do dispositivo foi desenvolvido em *Assembly*, linguagem de máquina que demanda do programador um conhecimento do *hardware* utilizado (PEREIRA, 2003), ou como analisador em sistemas especialistas nas áreas de Economia, Medicina e Marketing, entre outras.

4 HARDWARE

4.1 Microcontrolador 8051

Os microcontroladores são circuitos integrados extremamente flexíveis. O 8051 pertence à família de microcontroladores de 8 bits criados pela Intel no final dos anos 70. Por ser um *chip* de fácil programação na linguagem de máquina *Assembly*, tornou-se muito popular para implementação de vários tipos de tarefas ou aplicações. Esse microcontrolador possui um eficiente conjunto de instruções internas que facilitam a criação de aplicações.

O 8051 é um microcontrolador simples popular e de baixo custo, que é encapsulado com 40 pinos, e sua estrutura conta com quatro portas de 8 bits bidirecional, I/O (*input/output*), sendo cada porta com as funções de:

P0 (P0.0 - P0.7) – Barramento de dados e algarismos menos significativos da posição de memória.

P1 (P1.0 – P1.7) – Barramento com acesso.

P2 (P2.0 – P2.7) – Barramento de dados e algarismos mais significativos da posição de memória.

P3 (P3.0 – P3.7) – Barramento com entrada da porta serial, saída da porta serial, entrada de interrupção externa nível 0, entrada de interrupção

externa nível 1, entrada externa para temporizador 0, entrada externa para temporizador 1, saída habilitadora de leitura para memória de dados externa e saída habilitadora de escrita para memória de dados externa.

Vários tipos de microcontroladores foram desenvolvidos para aplicações militares, industriais, controles de automação e aplicações de controle em tempo real, sendo que, atualmente, são muito utilizados na área de robótica.

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado um microcontrolador 89S52 (Atmel), que se destaca por possuir: 8K Bytes de memória *flash*, possibilitando sua reprogramação; baixa tensão de operação entre 4.0V a 5.5V; 32 portas de I/O (*input/output*) programáveis, além do baixo custo.

O *software* que gerencia o dispositivo é gravado na memória *flash* do microcontrolador e, desta forma, ao ser energizado, o programa interno será executado.

As operações aritméticas e lógicas referenciadas pelo programa são executadas pela ULA (Unidade Lógica e Aritmética). Quanto mais poderosa a ULA do microcontrolador, maior será sua capacidade de processar as informações.

A maioria das operações feitas com este μ c ocorre na RAM interna. Esta afirmação pode soar estranha, pois para os padrões atuais, uma RAM 256 *bytes* parece exageradamente pequena. No entanto, devemos ter em mente que, quando usamos um μ c, não pretendemos fazer processamento pesado e nem executar programas sofisticados, como acontece no PC.

O emprego de microcontroladores está voltado para aplicações de controle digital e sistemas dedicados. Para tais tarefas o tamanho de RAM interna pode ser suficiente.

Uma das vantagens de se usar a RAM interna é o fato de não gerar ciclos de barramento, ou seja, se a área de dados puder ser encaixada dentro desta RAM interna, não haverá a necessidade de se colocar uma RAM externa, e isto facilita e barateia o projeto.

A RAM interna está dividida em duas partes, formando duas áreas. A primeira ocupa os endereços de 0 até 7FH (de 0 até 127), e a outra ocupa os endereços de 80H até FFH (de 128 até 255).

A primeira metade recebe o nome de 128 inferior ou, em inglês, “128 *Lower*”. Já a segunda metade é denominada Registradores de Funções Especiais, representado pela sigla SFR (*special function registers*).

Na metade inferior da RAM interna estão mapeados dois recursos importantes: os bancos de registradores e parte do espaço acessível *bit a bit* (área de *bits*). As instruções que este processador oferece trabalham com oito registradores denominados R0, R1, R2, ..., R7. Cada registrador ocupa uma posição da RAM interna.

Memória de programa é onde ficam residentes os programas a serem executados. Essa memória é também denominada de memória de códigos (códigos de programa) e, em várias ocasiões, a letra C aparece para indicar que uma instrução está se referenciando à memória de códigos.

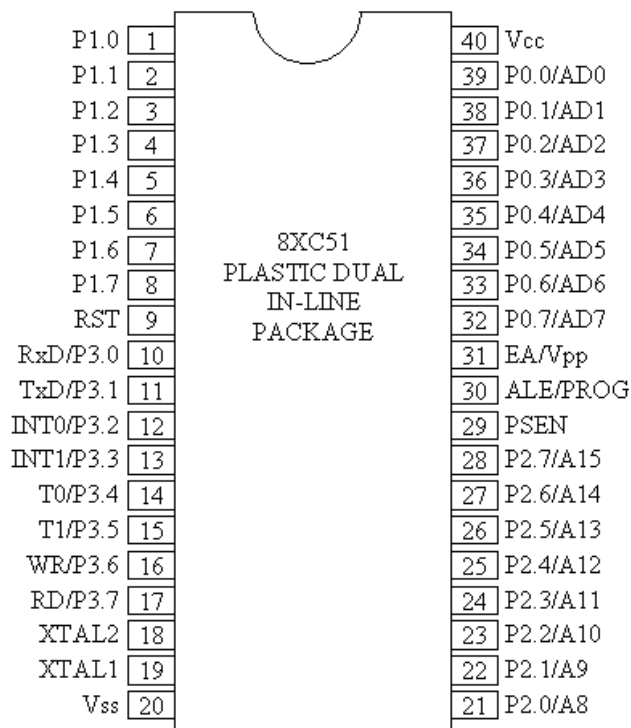


Figura 4.1.1 – Pinos do Microcontrolador (Fonte: ATMEL, 2007)

4.2 Sensor de Infravermelho

Um sensor comumente utilizado em robótica são os sensores de infravermelho, que utilizam a luz para detectar objetos. Nele, uma fonte de luz emite um determinado sinal luminoso que pode ser recebido por um fotodetector. O emissor emite a luz, que incide no objeto a ser detectado através de Δt (diferença de tempo) entre o momento do envio do sinal e o momento que o mesmo sinal é percebido pelo receptor. Para o desenvolvimento desta tecnologia pode-se utilizar luz coerente (laser) que permite medição de grandes distâncias.

Basicamente todos os sensores de infravermelho possuem este princípio de funcionamento. Um ponto negativo deste tipo de tecnologia é a interferência com outros sinais luminosos, que podem interferir na medição da distância.

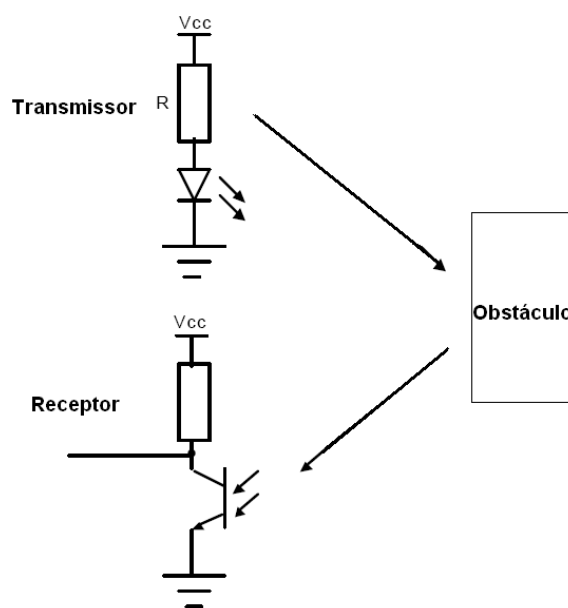


Figura 4.2.1 - Sensor de Infravermelho (Fonte: TATO, 2007)

4.3 Sensor de Ultrassom

O funcionamento do Sonar (*Sound Navigation and Ranging*) baseia-se no princípio do eco. Um sinal ultrassônico de curta duração é enviado e o tempo até o eco ser recebido é medido. Sabendo-se a velocidade do som no ar, calcula-se a distância.

Ultrassom se refere a todas as frequências acima da faixa que podem ser percebidas pelo ouvido humano. O termo se refere às frequências acima de 20kHz. Animais como golfinhos e morcegos, que se utilizam da emissão e da recepção de sinais de ultrassom para a navegação e para a comunicação, geram sinais em uma faixa que varia entre 20 a 100kHz (SELVI *et al.*, 2008).

O sonar tem seu princípio de funcionamento baseado no eco, fenômeno físico devido à reflexão de uma onda acústica por um obstáculo.

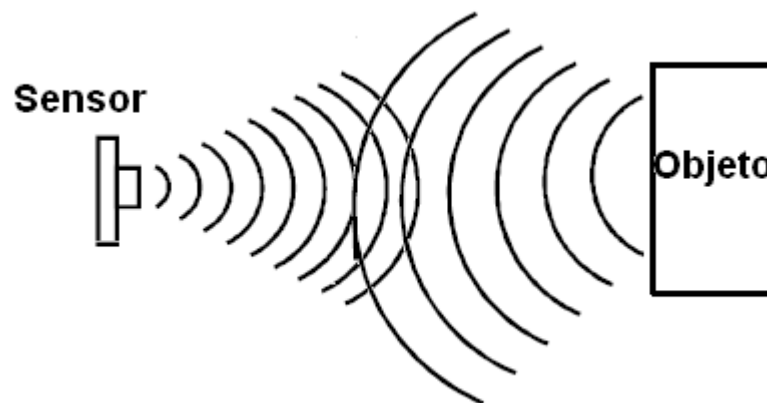


Figura 4.3.1 - Sensor de Ultrassom

O sensor de ultrassom gera uma sequência de pulsos (sinais de ultrassom) de curta duração que é enviada através de um transdutor- emissor; o sinal ultrassônico se propaga pelo ar a uma velocidade de 344.1m/s, atingindo um obstáculo, o qual reflete o sinal em sentido oposto; esse sinal é percebido pelo transdutor-receptor, que fecha o ciclo. Esse processo é também conhecido pelo termo em inglês *time-of-flight*.

$$d = \frac{c \cdot T \cdot f}{2} \quad c = 344,1 \sqrt{\frac{T}{273}}$$

Nas fórmulas temos: d como a distância entre o sonar e o obstáculo; T_{of} *time-of-flight*; c é a velocidade do som ao se deslocar pelo ar; T é a temperatura ambiente em Kelvin; a constante 273 refere-se à temperatura em Kelvin que equivale 0° Celsius. A pressão e a umidade do ar também alteram o valor da medida, porém, com um efeito inferior à variação da temperatura.

A Figura 4.4.3 mostra o espectro do raio de ultrassom e apresenta uma escala em dB (nível de atenuação do sinal) cuja escala tem seu início em -30dB (maior atenuação do sinal) e termina em 0dB (sinal sem atenuação).

Analisando a figura pode-se concluir que, ao abrir o ângulo da área de cobertura do sensor, o nível de sinal sofre uma maior atenuação, ou seja, para um ângulo de 0° a atenuação é zero, e quando o ângulo se desloca em 30° para a direita ou para a esquerda, o sinal é atenuado em 6dB. O sensor tem melhor desempenho quando o obstáculo se encontra à frente.

4. 4 Sensor de Ultrassom Utilizado

O sensor de ultrassom escolhido para o protótipo foi o modelo SRF02 da Devatec. Neste sensor temos três formas de enviar o valor da distância medida. O sensor conta com uma saída digital que envia ao microcontrolador um valor binário (0,1) que corresponde à distância entre o sensor e o objeto,

para a medição da distância com este tipo de saída faz-se necessário o uso de um número maior de pinos do microcontrolador. O sensor conta também com uma saída analógica que envia ao microcontrolador uma tensão que varia entre 0 Volts e +5 Volts. Esta variação de tensão se refere à distância entre o sensor e o obstáculo por ele detectado. Para a utilização deste tipo de saída faz-se necessário a utilização de um conversor A/D (Analógico/Digital) para a conversão do sinal analógico do sensor em um sinal digital, que poderá ser interpretado pelo microcontrolador. Por fim, pode-se medir a distância através da saída PWM (Modulação por Largura de Pulso), onde um sinal de nível lógico positivo é disparado juntamente com um sinal de ultrassom que o sensor envia. Quando este sinal retorna, o sensor faz com que o sinal de ECHO passe para nível lógico positivo. Para o projeto, a saída PWM se mostrou mais eficiente, e por isto foi a saída utilizada.

A Figura 4.4.1 mostra a forma de onda dos pinos INIT e ECHO do sensor. Pode-se observar que a duração entre o momento em que o sinal de INIT vai para +5 volts e o momento em que o sinal de ECHO vai para +5 Volts.

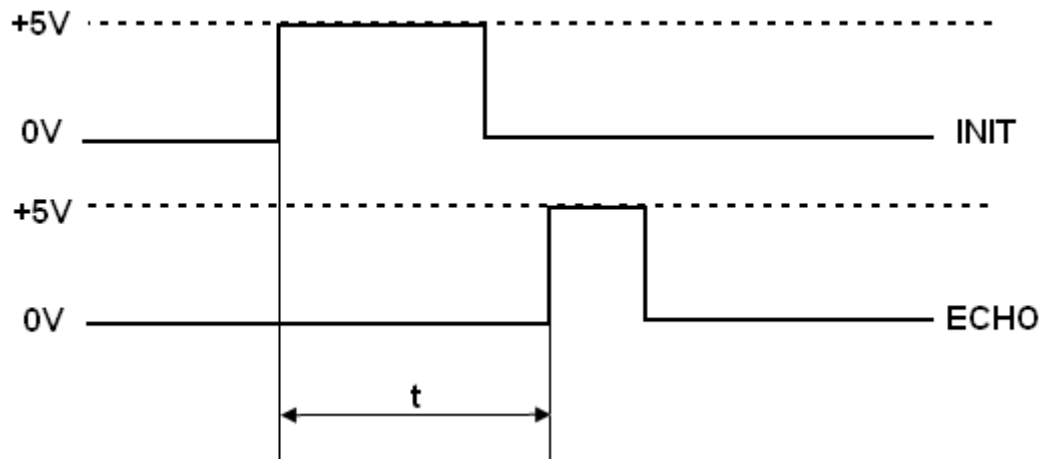


Figura 4.4.1- Forma de Onda dos Pinos INIT e ECHO (Fonte: ACRONAME, 2007)

O comprimento da variável t (Figura 4.4.1) é convertido entre a distância do sensor e o obstáculo, caso não exista obstáculo o sensor mede em uma faixa entre 0,15 m e 6 m.



Figura 4.4.2 - Sensor Modelo: R287-SRF02 (Fonte: ACRONAME, 2007)

A figura acima mostra o sensor de ultrassom que foi empregado no protótipo. As dimensões reduzidas do sensor foram um fator decisivo para a escolha deste modelo, além do fato de não emitir sinal sonoro quando em funcionamento.

Tabela 4.4.1- Características Elétricas do Sensor.

Voltagem	5V
Corrente	4mA
Frequência	40KHz
Máximo alcance	6m
Mínimo alcance	15cm
Ganho máximo analógico	Controle automático de ganho 64
Conexão	<i>Standard Bus, UART serial</i>
Ajuste completo automático	Não calibrável
<i>Timing</i>	Totalmente pelo tempo de ECHO
Unidade	Medições em μ S, mm ou polegadas
Peso	4,6g
Volume	24mm L x 20mm C x 17mm A

(Fonte: ACRONAME, 2007)

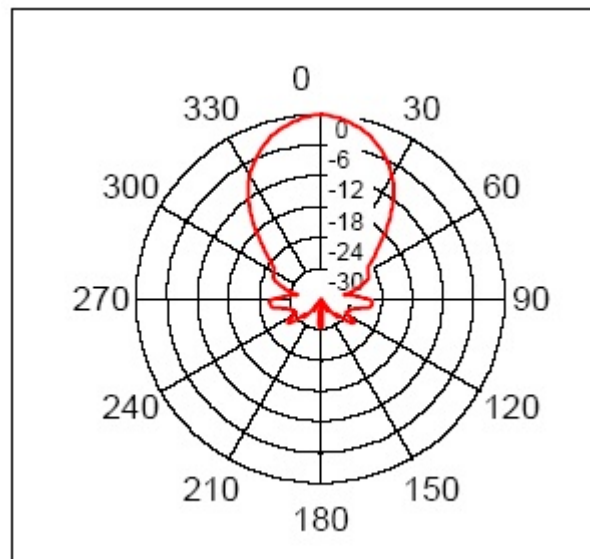


Figura 4.4.3- Raio Padrão (Fonte: ACRONAME, 2007)

A Figura 4.4.3 mostra o espectro do raio de ultrassom e apresenta uma escala em dB (nível de atenuação do sinal) que tem seu início em -30dB e termina em 0dB. Analisando a figura pode-se concluir que ao abrir o ângulo da área de cobertura do sensor o nível de sinal sofre uma atenuação, ou seja, para um ângulo de 0° a atenuação é zero, e quando o ângulo se desloca em 30° para a direita ou para a esquerda, o sinal é atenuado em 6dB.

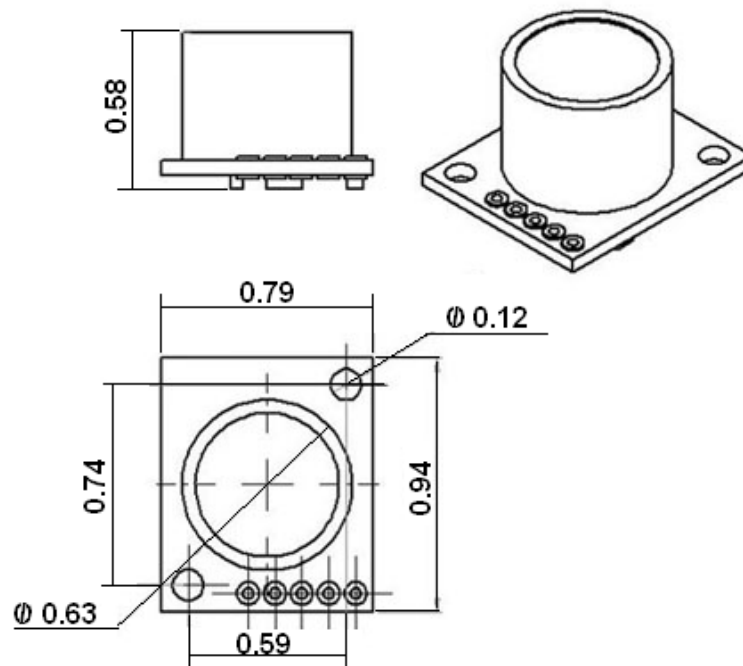


Figura 4.4.4- Dimensões dos Sensores (Fonte: ACRONAME, 2007)

Para a montagem do dispositivo nos óculos, o transdutor, que é a parte do sensor que envia e recebe os sinais de ultrassom, foi desconectado da placa de controle, a fim de proporcionar uma estética melhor ao dispositivo.

4.5 Motor Elétrico Vibratório

O sentido do tato se encontra por toda a superfície do corpo humano não havendo uma região específica, uma vez que todo o tecido possui receptores nervosos que percebem vibrações e variações de temperatura.

A interface entre o usuário e o dispositivo é feita através do sentido mais usado pelo deficiente visual, o tato. Por intermédio desse sentido podem-se perceber os ambientes, como ao se fazer uso da bengala e utilizá-la como uma extensão dos braços, ou quando se faz a leitura de um texto em Braille.

Para enviar as informações ao usuário do dispositivo foram utilizados dois micromotores vibratórios elétricos de corrente contínua com diâmetro de 7mm e comprimento de 16,5mm. A tensão de alimentação dos motores variam entre 1.3VCC com uma corrente de 60 mA (PRECISION MICRODRIVES, 2005).



Figura 4.5.1 – Motores Vibratórios Utilizados para Alertar o Deficiente Visual (Fonte: PRECISION MICRODRIVES, 2005)

A vibração dos motores permite que o usuário crie uma imagem mental do ambiente o qual ele está percorrendo. O motor vibratório é um motor elétrico de corrente contínua, com o eixo fora do centro. Quando o motor começa a girar esse eixo fora do centro produz uma vibração que pode ser percebida pelo usuário do dispositivo.

Os motores são energizados através do chaveamento dos transistores Q2 e Q3 Figura 5.1.1. A utilização destes transistores como *drivers* é

necessária devido ao valor máximo de corrente suportado pela saída do microcontrolador.

4.6 Alimentação do Circuito

A alimentação do dispositivo é feita por quatro pilhas recarregáveis modelo AA NiMH (*Níquel-Metal Hydride*). Cada pilha com uma tensão nominal de 1,2 Volts associadas em série, totalizando uma tensão de 4,8 Volts. A carga das baterias depende do número de obstáculos encontrados durante o percurso realizado pelo usuário do dispositivo. A energia deste conjunto de pilhas energiza todos os componentes elétricos e eletrônicos do aparelho.

A tensão mínima para garantir o bom funcionamento do dispositivo é de 4,3Volts, sendo que uma tensão inferior à referida reduz a confiabilidade das medições efetuadas pelos sensores.



Figura 4.6.1 – Suporte de Pilhas

5 O DISPOSITIVO KELLER

Após a realização da pesquisa junto aos colaboradores deficientes visuais que contribuíram de forma atuante, foi observado que havia uma preocupação em proteger os membros superiores, bem como o rosto e os ombros, pois o uso de uma bengala proporciona uma varredura muito eficiente, porém, com uma cobertura limitada e, conforme foi constatado, a bengala faz a detecção somente de objetos estáticos, não dando ao deficiente visual a percepção de objetos que se movem.

Segundo a ABNT, barreira arquitetônica, urbanística ou ambiental é "qualquer elemento natural, instalado ou edificado que impeça a aproximação, transferência ou circulação no espaço, mobiliário ou equipamento urbano" (ABNT, 2004).

Com base na pesquisa que consultou a opinião do público interessado no desenvolvimento desse projeto conclui-se que o melhor local para a fixação dos sensores neste protótipo seria em óculos, por ser um acessório que já está incorporado ao dia-a-dia do deficiente visual. Com estas considerações iniciais, foi possível avançar uma etapa importante: a de adaptação com mais uma fonte de informação, as fornecidas pelos sensores de ultrassom.

O projeto contempla que os componentes elétricos e eletrônicos sejam alojados na estrutura dos óculos, e somente as pilhas de alimentação do

protótipo não foram acomodadas junto às hastes. A figura abaixo mostra o posicionamento dos sensores instalados próximo às lentes.

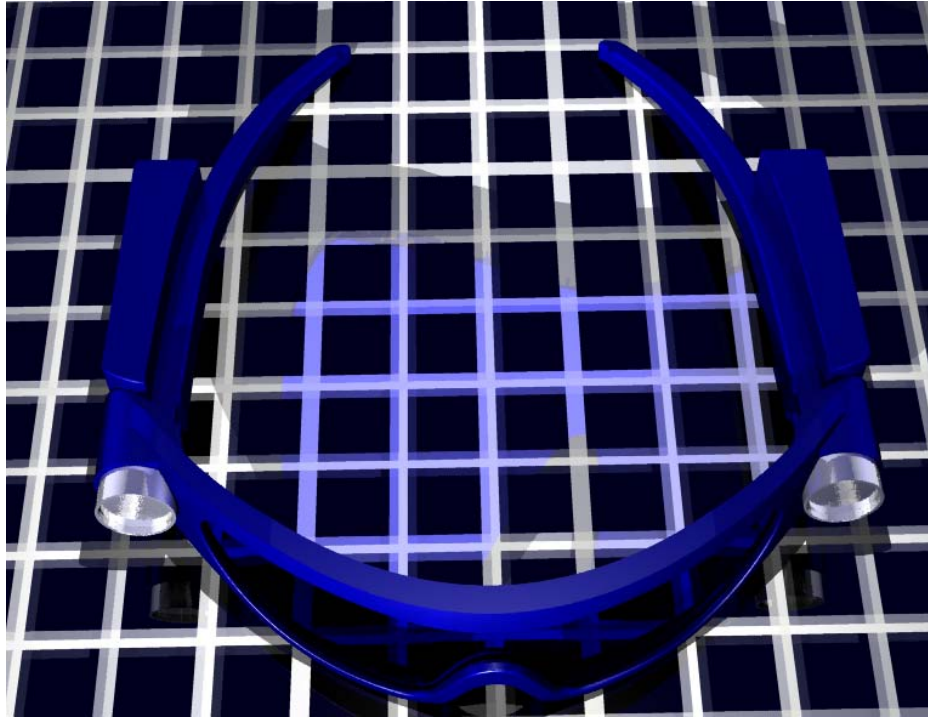


Figura 5.1- Perspectiva 3D do Dispositivo

5.1 Funcionamento do Dispositivo Keller

O dispositivo é composto basicamente de dois sensores de ultrassom (um à esquerda e o outro à direita), cujo tratamento das informações captadas por eles é processado através de um microcontrolador que possui um algoritmo de controle que se baseia na Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial $E\tau$.

O sensor da direita indica o grau de evidência favorável (μ), e o da esquerda indica o grau de evidência contrária (λ), ambos relativos à proposição considerada: “não há obstáculo à frente”. Pela vibração gerada por dois motores vibratórios, o usuário do dispositivo pode identificar obstáculos e escolher o melhor caminho a seguir.

Nesta aplicação, o microprocessador processa as informações captadas pelos sensores, com o uso da lógica Paraconsistente Anotada em que é possível manipular informações incertas, conflitantes ou até mesmo a falta de informação.

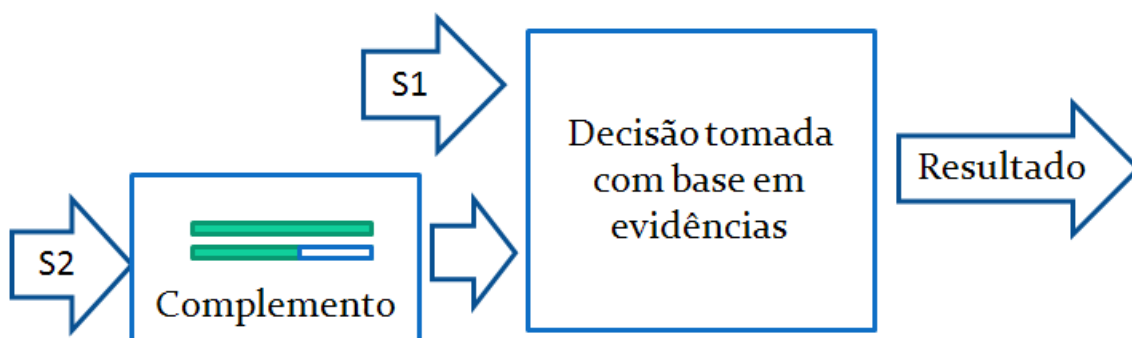


Figura 5.1.1- Diagrama de Bloco da Captação dos Sinais

A figura acima ilustra o diagrama de bloco do dispositivo, onde S1 representa o sensor que traz a evidência favorável, e S2 representa o sensor que traz a evidência desfavorável.

O valor lido pelo sensor S2 representa a distância entre o sensor e o obstáculo, como os sensores S1 e o S2 são sensores idênticos, porém, com funções diferentes nesta aplicação, existe a necessidade de atribuir à (λ) evidência desfavorável um valor que é o complemento do grau percebido por S2, ou seja, $\lambda = 1 - S2$.

No bloco de Tomada de Decisão o Algoritmo Para-analisador traduz a análise paraconsistente através da análise dos valores dos graus de evidência favorável e desfavorável, resultando nos valores dos graus de contradição e de certeza. Para a sentença “não há obstáculo à frente”, em função da distância medida pelos sensores, podemos atribuir um par de valores que são as evidências favorável e contrária, assim a proposição p pode ser expressa da seguinte forma: $p(\mu, \lambda)$.

Tabela 5.1.1- Valores das Variáveis μ e λ

S1 distância (m)	μ	S2 distância (m)	λ
1,20	1	1,20	0
0,9	0,75	0,9	0,25
0,60	0,5	0,60	0,5
0,3	0,25	0,3	0,75
0	0	0	1

Dois circuitos são necessários para o funcionamento do microcontrolador: o oscilador e o *reset*. No *reset*, um resistor (R3) (Figura 5.1.2) deve ser conectado ao Vcc e um capacitor eletrolítico C4 (Figura 5.1.2), formando um circuito RC. Desta forma, ao energizar o circuito durante o tempo de carga do capacitor C4, o microcontrolador será *resetado*. Para a operação de *reset*, sinal de nível lógico 1 no pino 10 de IC1 (Figura 5.1.2) deve durante dois ciclos de máquina, enquanto o oscilador estiver operando.

O principal componente do circuito oscilador é o cristal (Q1) (Figura 5.1.2) que vibra em uma frequência de 12MHz, para garantir a geração precisa da base de tempo.

utilizado um encapsulamento com dimensões menores do que as apresentadas anteriormente.

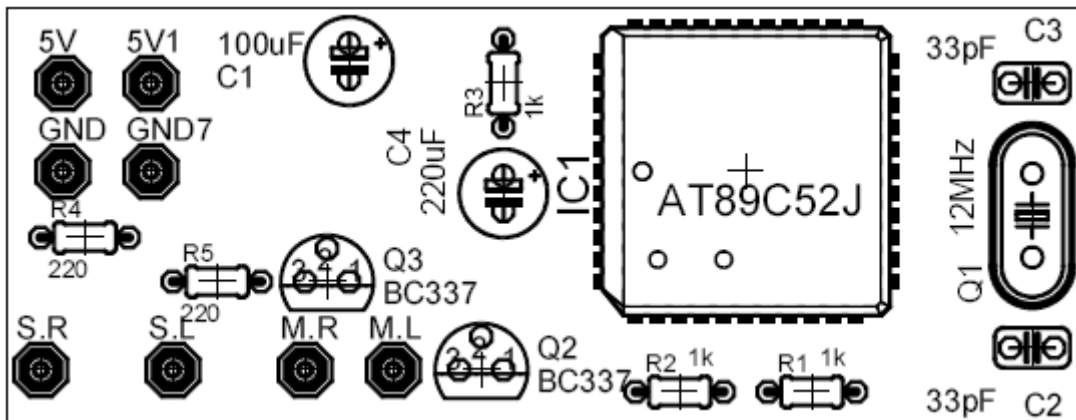


Figura 5.1.3 - Placa de Circuito Impresso

Lista com os componentes utilizados para a montagem do protótipo.

Tabela 5.1.2 - Lista de Componentes

Quantidade	Identificação	Descrição
1	10mF x 10V	Capacitor eletrolítico
1	100mF x 25V	Capacitor Cerâmico
2	BC 337	Transistor
2	33pF	Capacitor Cerâmico
1	89S52	Microcontrolador
2	220Ω x 1/8 W	Resistor
3	1K x 1/8 W	Resistor
1	12MHz	Cristal

5. 2 Leitura do Sensor 1

Para a leitura do sensor de ultrassom (S1), o microcontrolador monitora o pino P3.0 do CI 1, que está conectado à saída PWM de S1, pino SR (*Sensor Right*) da placa (Figura 5.1.3).

Ao perceber o sinal de nível lógico 1 no pino P3.0, um temporizador é disparado no microcontrolador.

O sensor (S1) que enviou um sinal ultrassônico na faixa de 40Khz, aguarda o eco do sinal transmitido para colocar a saída PWM em nível lógico 0.

A largura deste pulso PWM equivale à distância entre o sensor e o obstáculo.

Mesmo que o sinal não retorne, o circuito de controle do sensor aguardará alguns instantes, e posteriormente enviará a saída PWM para nível lógico 0. Neste caso, o sensor interpreta esta situação como “obstáculo fora de alcance”.

O valor registrado no temporizador correspondente à distância entre o sensor e o obstáculo. Este valor é obtido pelo registrador TH0, um registrador de 8 bits que armazena o algarismo mais significativo do temporizador.

Realizada a leitura do sensor S1, o sistema repete toda a operação, agora para o sensor S2.

5.3 Leitura do Sensor 2

Para a leitura do sensor de ultrassom (S2), o microcontrolador monitora o pino P3.1 do CI 1, que está conectado à saída PWM de S2, pino SL (*Sensor Left*) da placa (Figura 5.1.3).

Ao perceber o sinal de nível lógico no pino P3.1 um temporizador é disparado no microcontrolador.

O sensor (S2) que enviou um sinal ultrassônico na faixa de 40Khz, aguarda o eco do sinal transmitido para colocar a saída PWM em nível lógico 0.

A largura deste pulso PWM equivale à distância entre o sensor e o obstáculo.

Caso o sinal ultrassônico transmitido por S2 não retorne, o circuito de controle do sensor aguardará alguns instantes, e posteriormente enviará a saída PWM para nível lógico 0. Neste caso, o sensor interpretará esta situação como obstáculo fora de alcance.

O valor registrado no temporizador corresponde à distância entre o sensor e o obstáculo. Este valor é obtido pelo registrador TH0, um registrador de 8 bits que armazena o algarismo mais significativo do temporizador.

Realizada a leitura do sensor S2, o sistema realiza os cálculos e determina qual motor vibratório deverá ser acionado ou se ambos devem permanecer ligados ou desligados.

A Figura 5.3.1 mostra um fluxograma que apresenta o algoritmo do programa que foi gravado no microcontrolador.

Tabela 5.3.1 - Valores de Entrada dos Sensores

S1	S2	Saída
0	1	f
1	0	v
0	0	⊥
1	1	T

Na tabela 5.3.1, “0” para S1 (Sensor 1) indica a ausência de obstáculo no raio de alcance deste sensor e “1” indica a presença de obstáculo no alcance de S1. Para a coluna S2 (Sensor 2), “0” indica existência de obstáculo ao alcance de S2 e “1” indica ausência de obstáculo.

Tabela 5.3.2 - Dados Armazenados nos Endereços de Memória

Endereço	Função
20H	Entrada de parâmetro para a função maior_ou_igual
21H	Valor lido pelo Sensor 1
22H	Valor lido pelo Sensor 2
23H	Armazena Grau de Contradição
24H	Armazena Grau de Certeza
25H	Valor classificado do Sensor 1
26H	Valor classificado do Sensor 2
28H	Armazena Distância máxima Dist_máx
29H	Armazena Distância média Dist_média

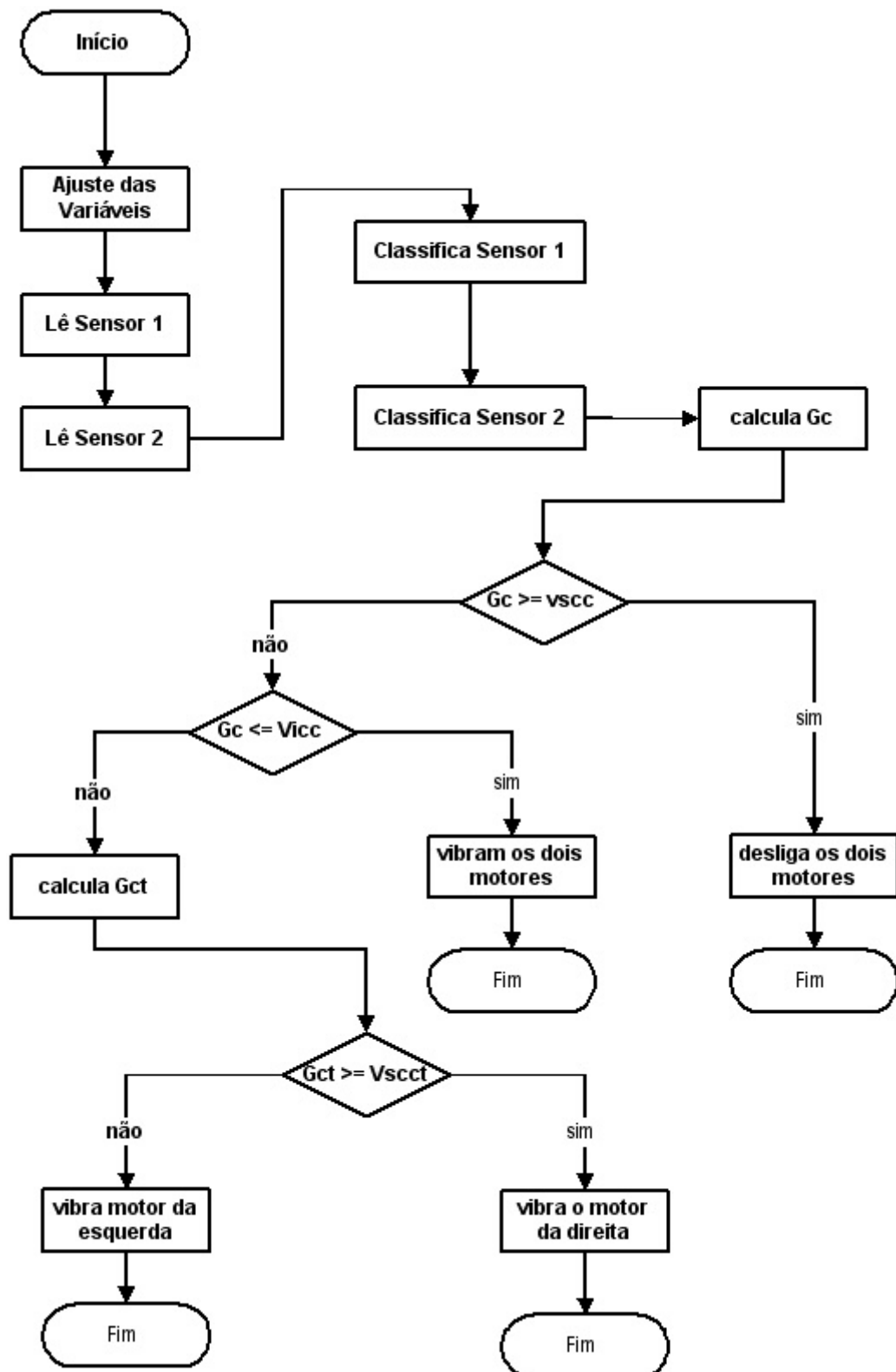


Figura 5.3.1 - Fluxograma da Programação

Ajuste das variáveis: ao iniciar o funcionamento do dispositivo o primeiro passo é ajustar as variáveis, ou seja, atribuir valores às variáveis, a fim de parametrizar o algoritmo.

Ler o sensor 1: mede a distância entre o sensor 1 e o obstáculo. O valor desta leitura é armazenado numa variável.

Ler o sensor 2: mede a distância entre o sensor 2 e o obstáculo. O valor desta leitura é armazenado numa variável.

Classifica o sensor 1: atribui ao grau de evidência favorável (μ) valores entre 0 e 1.

Classifica o sensor 2: atribui ao grau de evidência contrária (λ) valores entre 0 e 1.

Calcula G_c : para calcular o grau de certeza é usada a seguinte fórmula:
 $G_c = (\mu - \lambda)$.

$G_c \geq V_{sc}$: Valor Superior de Controle de certeza “ V_{sc} ” é um delimitador de região do reticulado, situado no eixo do grau de certeza, e a partir deste ponto consideramos a sentença como verdadeira. Caso o G_c seja maior ou igual que V_{sc} , considerando que $p =$ “não há obstáculo à frente”, então esta proposição é verdadeira, assim os dois motores devem permanecer desligados.

$G_c \leq V_{ic}$: Valor Inferior de Controle de Certeza “ V_{ic} ” é um delimitador de região do reticulado, situado no eixo do grau de certeza, e a partir deste ponto consideramos a sentença como falsa. Caso G_c seja menor ou igual à V_{ic} , considerando que $p =$ “não há obstáculo à frente”, então esta proposição é falsa, assim os dois motores devem ser ligados.

Calcula Gct: para calcular o grau de contradição é usada a seguinte formula: $Gct = (\mu + \lambda) - 1$.

$Gct \geq Vscct$: Valor Superior de Controle de contradição “Vscct” é um delimitador de região do reticulado, situado no eixo do grau de contradição, e a partir deste ponto consideramos a sentença como indeterminada. Caso o Gct seja maior ou igual que Vscct, considerando que $p = \text{“não há obstáculo à frente”}$, então esta proposição é indeterminada, assim aciona o motor da direita. Caso o Gct seja menor “Vscct”, consideramos a proposição como paracompleta. Sendo assim, o motor da esquerda deve ser acionado.

5.4 Simulação do Funcionamento do Dispositivo

Considerando a sentença “Não há obstáculo” teremos as seguintes situações:

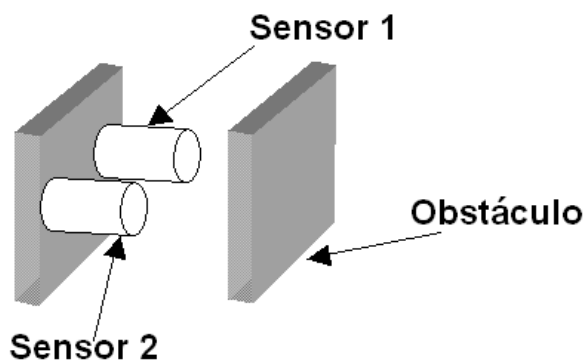


Figura 5.4.1- Obstáculo à frente – Situação 1

Nesta situação o obstáculo está totalmente à frente dos sensores. Isso indica que a proposição “não há obstáculo à frente” é falsa, ou seja, tem obstáculo à frente; o dispositivo deve acionar os dois micromotores indicando que o indivíduo não pode seguir em frente.

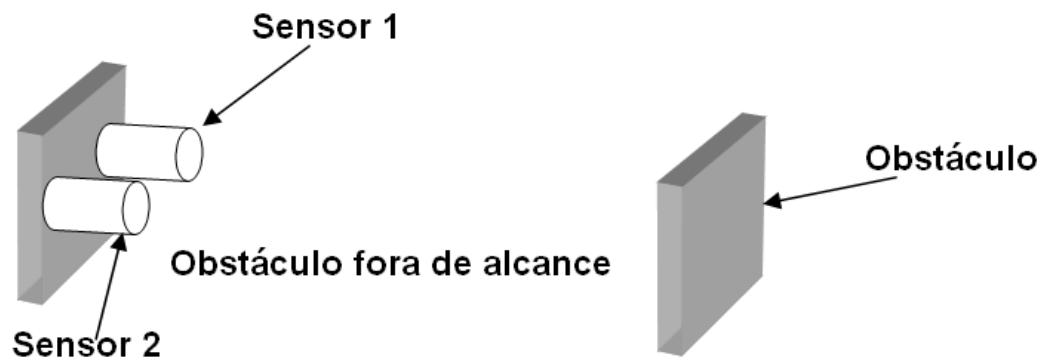


Figura 5.4.2- Obstáculo fora de alcance – Situação 2

Em outra situação, o obstáculo está fora do alcance dos sensores, e o dispositivo, desta vez, não aciona nenhum dos motores.

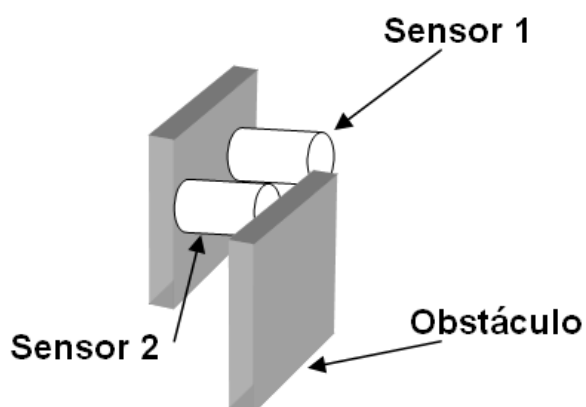


Figura 5.4.3 - Obstáculo à direita – Situação 3

Nesta situação o sensor 2 indica que há obstáculo, mas o sensor 1 indica que não há, neste momento o dispositivo aciona o micromotor do lado direito.

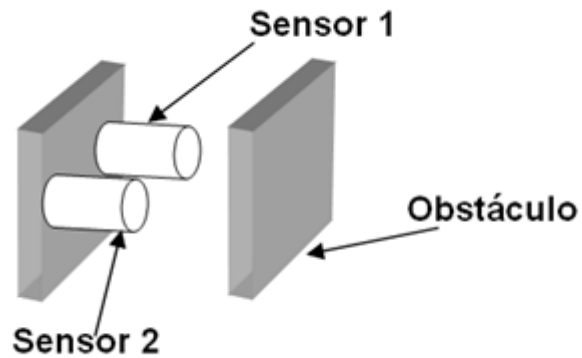


Figura 5.4.4 - Obstáculo à esquerda – Situação 4

A Figura 5.4.4 mostra que há um obstáculo sendo detectado pelo sensor 1, mas o sensor 2 está fora do alcance deste mesmo obstáculo. Nessa situação, o dispositivo aciona o micromotor do lado esquerdo do usuário.

6 FUNDAÇÃO DORINA NOWILL E ENSAIOS

6.1 Primeira Visita à Fundação Dorina Nowill

No mês de novembro de 2007 fomos à Fundação Dorina Nowill, a fim de realizarmos os primeiros testes práticos com o dispositivo Keller.

A entidade é situada à Rua Diogo de Farias, número 558, no bairro da Vila Mariana, na cidade de São Paulo, e na ocasião fomos recebidos pelo Sr. Júlio Cesar Tiris, coordenador geral, que nos mostrou toda a estrutura da Fundação Dorina Nowill e alguns dos trabalhos realizados, desde tradução de livros para Braille, até o estúdio onde são gravadas as revistas em CD/DVD, que posteriormente serão distribuídas para deficientes visuais de várias partes do Brasil.

O Sr. Júlio nos mostrou também um pequeno museu onde estão algumas peças que contam um pouco da história da Fundação Dorina Nowill para Cegos.

Fizemos um teste de aproximadamente uma hora, com a colaboradora da Fundação, e ambos ficaram satisfeitos com a proposta inicial do dispositivo e se colocaram à disposição para novos testes.

6.2 Segunda Visita à Fundação Dorina Nowill

A Fundação Dorina Nowill para Cegos gentilmente cedeu seus colaboradores para que o dispositivo fosse testado durante a segunda visita realizada no dia 10 de Março de 2008. No local fomos muito bem recebidos pelo Sr. Edgar Ferreira, diretor de tecnologia e pela professora Maria Cecília Lara de Toledo, que é especialista em orientação e mobilidade para deficientes visuais. Foram coletadas informações relevantes para a continuidade do projeto de pesquisa.

6.3 Pontos de Aprendizado

Para melhor compreender o assunto elaborou-se um questionário para auxiliar no prosseguimento da pesquisa. As perguntas do questionário foram elaboradas para se poder entender melhor a dinâmica que envolve o deslocamento, e como o deficiente visual faz seu contato com novos ambientes (Apêndice 1).

Ao estudar sobre o assunto conclui-se que existem dois grupos específicos de deficientes visuais: o grupo dos reabilitados, que são as pessoas que passaram por um treinamento em alguma instituição de ensino especializada; e o grupo dos não reabilitados, aqueles que não aprenderam

nenhum tipo de técnica e normalmente receberam instruções dos próprios familiares.

A necessidade de reabilitação evidencia-se nos casos de: depressão; falta de motivação para realizar o uso do auxílio óptico; baixa auto-estima; alteração no papel social e/ou familiar; dificuldade em aceitar a baixa visual; necessidade de orientação e treinamento para o uso da visão residual e necessidade de orientação familiar (SOBLEC, 2009).

Nos testes que iremos posteriormente descrever foram analisados o grupo dos reabilitados, uma vez que os voluntários para nossa pesquisa pertencem a este grupo.

6. 4 Memorização do Ambiente

As principais lacunas na educação da pessoa cega dizem respeito a sua independência na locomoção, ou seja, a sua mobilidade. Desde os primórdios da história, a locomoção do cego é citada ou em desenhos ou por relatos escritos. Um dos primeiros relatos é o do profeta Isaac, que ficou cego depois de certa idade e se deslocava com facilidade pelos campos com seu cajado de pastor, sendo assim, uma das primeiras bengalas da história. A orientação e mobilidade podem ser definidas como um conjunto de capacidades e técnicas específicas que permitem à pessoa deficiente visual conhecer, relacionar-se e deslocar-se com independência (AIADV, 2009).

A orientação e mobilidade fazem uso de técnicas específicas de proteção e exploração, deste modo o indivíduo se locomove com segurança e

independência. Essa locomoção independente é vital para o deficiente visual devido aos benefícios psicológicos, físico, social e econômico e, principalmente, dá à pessoa o seu direito de ir e vir como um cidadão comum.

Para os deficientes visuais também vale dizer que “aprendemos com nossos erros”. Através de relatos e informações colhidas na Fundação Dorina Nowill para Cegos, conclui-se que para se locomover, o deficiente visual cria em sua mente mecanismos para guardar características e pontos de referências sobre os locais por onde ele passa.

As informações relevantes sobre determinado ambiente ou caminho a ser percorrido são armazenadas na memória e quando, por exemplo, um deficiente visual entra em uma sala, e ele esbarra em uma parede ou coluna, aquele contato serve como uma informação importante que será guardada em seu mapa mental. Isso faz com que, posteriormente, ao passar pelo mesmo local ele se lembrará que ali se encontra aquela parede ou coluna e isso aguçará sua curiosidade para explorar o resto do ambiente.

“O maior drama do cego é o imobilismo” (HELEN KELLER).

6.5 Obstáculo

Por definição do dicionário Aurélio, obstáculo é tudo que impede ou dificulta a realização de alguma coisa; embaraço, estorvo ou impedimento.

Precisamos desta definição para poder fazer uma consideração importante sobre o que é obstáculo e o que é uma situação que compõe um ambiente.

Vamos dar o exemplo de uma mesa em uma sala: se a mesa não estiver fora do local onde normalmente deve estar ela não é por assim dizer um obstáculo, pois ela pertence ao contexto daquela sala. Porém, se nesta mesma sala encontra-se uma cadeira muito afastada da mesa em um local que pode atrapalhar a passagem de pessoas, então podemos dizer que esta cadeira é um obstáculo.

Estas constatações vêm ao encontro do objetivo do protótipo que estamos desenvolvendo: detectar a presença ou a ausência de um obstáculo e gerar informações suficientes para que o usuário tome suas próprias decisões. A identificação de um obstáculo pode servir de subsídio para o deficiente visual, pois este passa a ser um ponto de referência para a sua locomoção.

6.6 Terceira Visita à Fundação Dorina Nowill

Para os testes, os voluntários colaboradores da Fundação Dorina Nowill, fizeram um trajeto que normalmente fazem pelas ruas do bairro, nas proximidades da Fundação Dorina Nowill.

Nos testes, contou-se apenas com o auxílio do dispositivo e com o apoio da bengala que fazia a varredura do terreno.

O objetivo foi verificar se alguns parâmetros estavam devidamente ajustados, como o tempo de resposta fornecido pelo dispositivo e a área de cobertura dos sensores.

Os sensores, nesta oportunidade, foram ajustados e o tempo de resposta se mostrou suficiente para a reação do usuário.

A Figura 6.6.1 mostra uma das situações analisadas pelo teste: o obstáculo em questão é uma lixeira presa a um poste. Este tipo de objeto não pode ser detectado pela bengala, por estar fora de sua área de varredura, mas a colisão com este obstáculo pode causar algum tipo de transtorno ao deficiente visual.



Figura 6.6.1 - Trajeto Realizado Durante o Teste

Com os testes realizados na calçada pode-se ter uma correta avaliação do comportamento do dispositivo em uma situação real, que se mostrou eficiente ao identificar objetos na altura do rosto de seu usuário.

As setas da Figura 6.6.1 mostram a trajetória feita pelo deficiente visual e o obstáculo que deveria ser detectado.

Foi observado o tempo de resposta do aparelho e a velocidade com que o usuário responde aos estímulos gerados pelos micromotores.

Na Figura 6.6.2 é apresentado o teste realizado em situação cotidiana e que ocorre com frequência, que são as árvores com os galhos não podados. Estes galhos que não foram podados representam um risco para os deficientes visuais que passam pela calçada. Ao passar pelo local, o deficiente visual fatalmente colide com a cabeça nesse tipo de obstáculo.



Figura 6.6.2 - Trajeto Realizado e Árvore com o Galho Baixo

A figura acima ilustra uma situação corriqueira. As setas na Figura 6.6.2 indicam a trajetória realizada durante o teste e o obstáculo a ser detectado pelo dispositivo.

Com o auxílio do dispositivo, o deficiente visual pode perceber que havia um obstáculo à frente. Este obstáculo não foi detectado pela bengala em função da altura em que se encontra o galho da árvore.

Nos testes, o dispositivo permitiu a detecção deste tipo de obstáculo com uma margem de erro de 10%, ou seja, de cada 10 testes realizados, em um deles o dispositivo não alertava o usuário a tempo de tomar uma ação preventiva.

7 TESTES REALIZADOS NA UNIP

No dia 22 de maio de 2008 foram realizados os testes nos laboratórios do ICET (Instituto de Ciência Exatas e Tecnologia) da Engenharia Elétrica do Campus Indianópolis da UNIP. O protótipo foi testado pelo sujeito1, deficiente visual, que participou como voluntário. Durante os testes foram observados os tempos de resposta dos sensores que se mostraram satisfatórios como pode ser observado na tabela que ilustra os resultados alcançados nos testes.

7.1 O Experimento Keller

Foi elaborado um experimento para simular uma situação real, onde o deficiente visual teria que atravessar um corredor tendo alguns obstáculos espalhados estrategicamente pelo caminho a ser percorrido (colunas feitas com caixas de papelão).

A Figura 7.1.1 mostra o *layout* do local onde foi realizado o teste, bem como as suas dimensões e a localização de cada coluna.

O dispositivo se mostrou eficaz na detecção dos obstáculos, à medida que o usuário prosseguia com o percurso era alertado da existência de cada coluna.

Foram detectadas algumas falhas em função do desvio do sinal de ultrassom formar um ângulo menor que 60° em relação às paredes dos obstáculos.

Tabela 7.1.1- Testes Realizados nos Laboratórios da UNIP

Teste	Duração(S)	Falha	Resultado	Descrição
1	105	0	Com sucesso	Desviou de todos os obstáculos
2	150	1	Falha	Esbarrou na parede
3	180	0	Com sucesso	Desviou de todos os obstáculos
4	120	0	Com sucesso	Desviou de todos os obstáculos
5	95	0	Com sucesso	Desviou de todos os obstáculos
6	175	0	Com sucesso	Desviou de todos os obstáculos
7	90	1	Falha	Esbarrou na parede

A Tabela 7.1.1 apresenta um total de sete testes realizados com uma duração entre 90 e 180 segundos. Mostra também o número de erros ocorridos, o resultado alcançado e a descrição de cada teste.

8 CONCLUSÃO

Pelos testes realizados, tendo em vista a precisão das informações passadas pelo dispositivo ao usuário, pôde ser constatado que o dispositivo atende às expectativas iniciais deste projeto, informando ao usuário quanto à existência de obstáculos.

O trabalho mostra que não tem a pretensão de criar um dispositivo que prive o deficiente de sua individualidade, e nem alterar a maneira como se comporta ao se locomover.

Avanços nas políticas públicas têm ajudado a garantir maior acesso ao trabalho pela pessoa com deficiência visual. Exemplos destas iniciativas são as leis de cotas tanto no setor privado, como nos concursos públicos. O mesmo direito também é garantido nas cooperativas sociais, estágios, trabalhos temporários ou em contratos de experiência (SOBLEC, 2009).

Com a avaliação dos resultados alcançados, constatou-se, mais uma vez, que a Lógica Paraconsistente Anotada surge como uma importante ferramenta no desenvolvimento de projetos ligados à área de IA e robótica.

Um ponto positivo observado foi a detecção de objetos em movimento. Durante os testes, o dispositivo permitiu que o usuário percebesse a presença de pessoas que circulavam ao seu redor - a bengala se limita à detecção de objetos estáticos. Ao girar o rosto, o usuário faz a varredura do local mantendo as mãos livres, e esta é uma contribuição muito significativa deste estudo.

9 TRABALHOS FUTUROS

Para a continuidade do desenvolvimento deste projeto cabe ressaltar a busca pela miniaturização das partes que integram o dispositivo, bem como o aumento da abrangência e o alcance dos sensores.

Utilização de outras tecnologias para detecção de obstáculos, como por exemplo, sensores de infravermelho e de detecção de calor.

Ampliação do número de sensores, com objetivo de aumentar a percepção do ambiente externo.

Busca por novos meios de interação entre o usuário e o dispositivo, como por exemplo, uma interface sonora.

As técnicas e teorias aplicadas neste trabalho podem ser posteriormente utilizadas por diversas áreas científicas, com as devidas adequações.

REFERÊNCIAS

ABE, J. M. Decisões Consistentes Sobre o Inconsistente. *In: P. L. Neto, Qualidade e Competência nas Decisões* (pp. 4001,418). São Paulo, SP, BRASIL: Blucher, 2007.

ABE, J. M. Fundamentos da Lógica Anotada. *Tese de Doutorado*. São Paulo, 1992.

ABE, J. M. *Some Aspects of Paraconsistent Systems and applications. Logique et Analyse* , 83-96, 1997.

ABE, J. M.; DA SILVA FILHO, J I. *Fundamentos das Redes Neurais Artificiais Paraconsistente*. São Paulo, SP, Brasil: Arte Ciência, 1999.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. 2004.

ACRONAME. Disponível em Acroname Robotics: [http:// www.acroname.com](http://www.acroname.com), acesso em 15 de maio de 2008. 2007.

AIADV. *Associação Itauna de Assistência ao Deficiente Visual*. Disponível em AIADV: http://www.escoladecegositu.com.br/cursos_atividade.asp, acesso em 3 de Junho de 2009. 2009.

ATMEL. (2007). *ATMEL Corporation*. Disponível em http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents-/doc1919.pdf, acesso em 7 de Abril de 2008. 2007.

BERTO, M. F. Aplicação da Lógica Paraconsistente Anotada Evidencial Et no Controle de Sensores de Temperatura na Atuação de Robôs Móveis. *Dissertação de Mestrado*. São Paulo: Universidade Paulista, 2007.

CAMPOS, M. F. Arquitetura de *Hardware* Reconfigurável Paraconsistente em Navegação de Robôs Móveis: uma contribuição para a área de automação em

Engenharia de Produção. *Dissertação de Mestrado*. São Paulo: Universidade Paulista, 2007.

CARVALHO, F. R. *Lógica Paraconsistente Aplicada em Tomada de Decisão: Uma Abordagem para administração de Universidades*. São Paulo, SP, Brasil: Aleph, 2001.

DA COSTA, N. C.; ABE, J. M.; MUROLO, A. C.; CASEMIRO, F. S.; DA SILVA FILHO, J. I. *Lógica Paraconsistente Aplicada*. São Paulo, SP, Brasil: Atlas, 1999.

DA SILVA FILHO, J. I. Método de Aplicação da Lógica Paraconsistente Anotada de Anotação com dois Valores-LPA2V Com Construção de Algoritmo e Implementação de Circuitos Eletrônicos. *Tese de Doutorado*. São Paulo: E. P. Paulo Ed., 1999.

FRENKEL, R.; GAO, R. X. Ultrasound Pulse Coding for Robust Obstacle Detection Using a Long Cane. *IMTC 2006 – Instrumentation and Measurement*. 24-27 de April 2006.

GIMENEZ, S. P. *Microcontroladores 8051: Teoria do hardware e do software / Aplicações em controle digital / Laboratório e simulação*. São Paulo, SP: Pearson Prentice Hall, 2002.

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas*. Disponível em IBGE: www.ibge.gov.br, acesso em 5 de Janeiro de 2009. 2004.

OHW. *World Health Organization*. Disponível em OHW: [http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003-pr73/en/](http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2003/pr73/en/), acesso em 20 de fevereiro de 2009. 2003.

PCUC. *Clube Português de Utilizadores de Cão-guia*. Disponível em PCUC: <http://www.cpuc.org.pt/cao-guia.html>, acesso em 12 de Julho de 2009. 2005.

PEREIRA, F. *Microcontroladores PIC: Programação em C*. São Paulo, SP: Erica, 2003.

PRECISION MICRODRIVES. Disponível em <http://www.precisionmicrodrives.com/>, acesso em 1 de outubro de 2005. 2005.

REALE, G.; ANTISERI, D. *História da Filosofia - Antiguidade e Idade Média*. Vol.1. São Paulo, SP, Brasil: Paulus, 1990.

SBO. *Sociedade Brasileira de Oftalmologia*. Disponível em SBO: <http://www.sboportal.org.br/site2/index.asp>, acesso em 20 de junho de 2009, 2009.

SELVI, D. S.; KAMATH, U. R.; SUDHIN, A. M. ANDHA ASTHRA#- A Navigation System for the Visually Impaired. *Proceedings of IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems*. Seoul, Korea. 20 - 22 de august de 2008.

SHOVAL, S.; BORENSTEIN, J.; KOREN, Y. *The Navbelt—A Computerized Travel Aid for the*. *IEEE Transactions On Biomedical Engineering*, 45 (11), November 1998.

SILVA, S. R. Aplicação da Lógica Paraconsistente Anotada no Método de Campos Potenciais para Navegação de Robôs Móveis. *Dissertação de Mestrado*. São Paulo, SP, Brasil, 2005.

SMPED. *Secretaria Municipal da Pessoa Com Deficiência e Mobilidade Reduzida*. Disponível em www.prefeitura.sp.gov.br/pessoacomdeficiencia, acesso em 3 de agosto de 2009, 2009.

SOBLEC. *Sociedade Brasileira de Administração em Oftalmologia*. Disponível em http://publico.soblec.com.br/index.php?system=news&news_id=419&action=read&eid=187, acesso em 4 de agosto de 2009, 2009.

TATO. *Tato Equipamentos*. Disponível em Tato: <http://www.tato.ind.br/files/-ROM-N338LM.pdf>, acesso em 3 de julho de 2009, 2007.

TELFORD, C. W.; SAWREY, J. M. *O Indivíduo Excepciona*. 3 ed. Á. CABRAL, Trad. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1972.

TORRES, C. R. Sistemas Inteligentes Paraconsistente para Controle de Robôs Móveis Autônomos. *Dissertação de Mestrado*. Itajubá, MG, Brasil: Universidade Federal de Itajubá, 2004.

APÊNDICE 1: QUESTIONÁRIO PARA OS COLABORADORES

Questionário gentilmente respondido pelos colaboradores da Fundação Dorina Nowill durante a segunda visita realizada ao local.

1 – Como memorizar um caminho?

R: Não tem outro jeito. Sempre que um deficiente visual vai a um lugar pela primeira vez ele sempre vai esbarrar em alguma coisa ou tem que ser ajudado por alguém. Não existe mágica.

2 – Sempre ao ir pela primeira vez a um lugar há a necessidade de ser levado por outra pessoa?

R: Não, necessariamente. Existem alguns deficientes que conseguem se locomover com mais facilidade que outros, e eles conseguem se sair bem mesmo sendo a primeira vez que estão naquele ambiente.

3 – O que vocês acham de um dispositivo que informasse através de vibração que existe um obstáculo à direita, à esquerda ou à frente? E que dê também uma noção da distância entre o usuário e o obstáculo?

R: Achamos que é uma ótima ideia, pois uma das maiores dificuldades dos deficientes em um ambiente que não lhes é familiar ou corriqueiro é saber a posição dos obstáculos, acontecendo de até mesmo eles se machucarem esbarrando nos mesmos.

4 – Se as informações passadas pelo dispositivo chegassem através de um fone colocado no ouvido, isso poderia tirar a concentração em relação a outras coisas?

R: Achamos que não seria uma boa opção, pois a audição ajuda muito o deficiente visual, pois para atravessar uma rua, por exemplo, pelo barulho que o carro faz eles conseguem ou têm uma noção da distância em que o carro se encontra.

5 – Classificando pelo grau de dificuldade as situações abaixo, indique uma nota de 1 a 5 para cada uma delas, sendo 1 para menor dificuldade e 5 maior dificuldade.

(1) Escadas.

(2) Trânsito intenso de pessoas pelos corredores.

(5) Latas de lixo no meio do caminho.

(3) Andar em uma calçada.

(2) Atravessar a rua.

(5) Telefone público (orelhão), no meio do caminho.

APÊNDICE 2: PROGRAMA

;AJUSTE DE PARAMETROS

```
PONTO_A EQU 28H
PONTO_B EQU 29H
```

```
MOV PONTO_A, #0FH
MOV PONTO_B, #20H
```

```
ORG 0000h
JMP INICIO
```

INICIO:

LE_S1:

```
MOV TMOD,#01H
MOV TCON,#00H
MOV TH0,#00H
MOV TL0,#00H
```

```
JNB P3.0,$ ; AGUARDA "1"
SETB TR0 ;LIGA TIMER 0
JB P3.0,$
CLR TR0 ; TRAVA TIMER 0
MOV 21H,TH0 ; GUARDA O VALOR DO TIMER 0
```

LE_S2:

```
MOV TMOD,#01H
MOV TCON,#00H
MOV TH0,#00H
MOV TL0,#00H
```

```
JNB P3.1,$ ; AGUARDA "1"
SETB TR0 ;LIGA TIMER 0
JB P3.1,$
CLR TR0
MOV 22H,TH0
```

CLASS_S1:

```
MOV A,21H ; ACC RECEBE A VOLOR A SER COMPARADO
MOV 20H,PONTO_B ;METADE DA DISTÂNCIA MÁXIMA MEDIDA
LCALL MAIOR_IGUAL
JNZ L03 ;desvia se acc = 01
MOV A,21H
MOV 20H,PONTO_A ;DIS_MAX E A DISTÂNCIA MÁXIMA MEDIDA
LCALL MAIOR_IGUAL
JZ L04 ;desvia se acc = 0
MOV 25H,#0EH
JMP SAIDA
L03: MOV 25H,#00H
JMP SAIDA
L04: MOV 25H,#0EH
SAIDA: SJMP CLASS_S2
```

CLASS_S2:

```
MOV A,22H ; ACC RECEBE A VOLOR A SER COMPARADO
MOV 20H,PONTO_B ;DIS_MEDIA É METADE DA DISTÂNCIA MÁXIMA MEDIDA
LCALL MAIOR_IGUAL
JNZ L00 ;desvia se acc = 01
MOV A,22H
MOV 20H,PONTO_A ; DIS_MAX É A DISTÂNCIA MÁXIMA MEDIDA
LCALL MAIOR_IGUAL
JZ L08 ;desvia se acc = 0
MOV 26H,#00H
JMP SAIDA1
L00: MOV 26H,#0EH
JMP SAIDA1
L08: MOV 26H,#00H
SAIDA1: JMP Gc_GctIqualZero
```

```

;-----
Gc_GctIguualZero:
LCALL Gc
LCALL Gct

MOV A,24H
JNZ VERDADE ;SE A <> DESVIA PARA VERDADE
MOV A,23H
JNZ VERDADE ;SE A <> DESVIA PARA VERDADE
JMP L05 ;SE Gc E Gct = 0 VAI PARA L05

```

```

;-----
VERDADE:
MOV P0,25H
MOV P2,26H
LCALL Gc
JC FALSO ; CY = 1 VAI PARA FALSO
MOV A,24H
MOV 20H,#07h
LCALL MAIOR_IGUAL
JNZ L05

```

```

;-----
FALSO:
LCALL Gc
JNC INCO ;CY = 0 VAI PARA ICON
MOV A,#0F2h
MOV 20H,24H
LCALL MAIOR_IGUAL
JNZ L06

```

```

;-----
INCO:
LCALL Gct
JNC IND ; SE CY=0 VAI PARA IND
MOV A,23H
MOV 20H,#07h
LCALL MAIOR_IGUAL
JNZ L07

```

```

;-----
IND:
LCALL Gct
MOV A,#0F2h
MOV 20H,23H
LCALL MAIOR_IGUAL
JNZ L09

```

```

;RESPOSTA:

```

```

L05: CLR P3.7 ;VERDADEIRO MOTORES DESLIGADOS
      CLR P3.6
      LJMP INICIO

```

```

L06: SETB P3.7 ;FALSO MOTORES LIGADOS
      SETB P3.6
      LJMP INICIO

```

```

L07: CLR P3.7 ;INCONSISTENTE
      SETB P3.6
      LJMP INICIO

```

```

L09: SETB P3.7 ; PARACOMPLETO
      CLR P3.6
      LJMP INICIO

```

```

;-----
TEMPO:
MOV R0,#01H
SALTO3: MOV R1,#06FH
SALTO2: MOV R2,#0FFH
SALTO1: DJNZ R2,SALTO1
         DJNZ R1,SALTO2
         DJNZ R0,SALTO3
         RET

```

```
Gc: ; GRAU DE CERTEZA
CLR C
MOV A,25H
SUBB A,26H
MOV 24H,A ; ENDEREÇO 24H ARMAZENA O Gc
RET
```

```
Gct: ; GRAU DE CONTRADIÇÃO
CLR C
MOV A,25H
ADD A,26H
SUBB A,#0EH
MOV 23H,A ; ENDEREÇO 23H ARMAZENA O Gct
RET
```

```
;-FUNÇÃO VERIFICA SE ACC >= QUE END 20H
```

```
    MAIOR_IGUAL:
        CLR C
        CJNE A,20H ,LB1 ; ACC >= END 20H
        LB1: JC , LB3 ;CARRY =0
        LB2:MOV A,#01H ; ACC E MAIOR OU IGUAL END 20H
        JMP SAI
        LB3:MOV A,#00H; ACC E MENOR QUE END 20H
        SAI: RET
```

```
END
```

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)