

**PROPOSTA DE UMA ARQUITETURA DE INTERFACE DE SOFTWARE PARA GERAÇÃO  
DE NOTAS MUSICAIS PARA DETECÇÃO DE OBSTÁCULOS**

**MAGNA CAETANO DA SILVA<sup>1</sup>, GABRIEL DA SILVA<sup>2</sup>**

## **RESUMO**

Para realização deste trabalho foi realizada uma combinação de tecnologias existentes que colaboram na percepção de obstáculos que possam vir a surgir no caminho dos deficientes visuais. O módulo desenvolvido é capaz de enviar notas musicais ao fone nos ouvidos dos deficientes visuais, a partir da utilização do recurso de estereofonia, que possibilita que os sons sejam enviados ao fone direito do deficiente visual ou ao fone esquerdo ou ainda em ambos os lados. Para que seja possível detectar a distância do obstáculo, as notas musicais são emitidas com tonalidades e intervalos diferente de tempo sendo: grave para obstáculos 1,5 m da pessoa com um intervalo maior de tempo, agudas para obstáculos a 0,5 m com um intervalo menor de tempo e ainda uma nota e um intervalo de tempo intermediário a essas duas para objetos a uma distância de 1 m. Este módulo contribuirá para o desenvolvimento de um dispositivo computacional que ajude na orientação motora de pessoas com deficiência visual possibilitando uma melhor qualidade de vida.

**Palavras-chave:** deficiência visual, notas musicais, dispositivo computacional

## **INTRODUÇÃO**

O presente trabalho está inserido no âmbito do projeto “Inclusão Digital Eficiente para Deficientes Visuais”, desenvolvido no Grupo de Pesquisa em Sistemas Computacionais do Instituto Federal Minas Gerais - *Campus* Bambuí, que tem como objetivo oferecer melhorias no uso do computador e na inclusão social e digital de pessoas que apresentem algum tipo de deficiência visual.

A deficiência visual pode ser definida como um impedimento total ou diminuição da capacidade visual, decorrente de imperfeição no órgão ou sistema visual, sendo consideradas deficientes visuais as pessoas cegas e as com baixa visão (RABELLO, 2007). De acordo com Santarosa (2000), pessoas limitadas por deficiências não são menos desenvolvidas, mas se desenvolvem de forma diferente. Sendo assim, para uma sociedade com inclusão social necessita-se de uma interação completa de todos esses cidadãos incluindo acessibilidade para todos.

Com base em dispositivos já criados, propõe-se a combinação de técnicas e soluções já existentes para a construção de um protótipo de um dispositivo assistivo mais eficiente para locomoção de deficientes visuais. De tal modo que esse possibilite maior segurança assim como confiança e principalmente, seja de baixo custo podendo atingir todas as pessoas com necessidades especiais visuais de todas as classes sociais para que possam ser melhor incluídas na sociedade em geral. Desse modo é possível que essas pessoas possam cada vez mais ser inseridas na sociedade de forma mais justa e mais humana e que não sejam dependentes de outras pessoas para todas as atividades que executarem.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O desenvolvimento da aplicação foi baseado no modelo proposto por Angélica *et al.* (2007), mostrado na Figura 1. O sistema proposto auxilia um deficiente visual identificando a posição do *mouse* a partir de efeitos sonoros, considerando a tela do monitor um plano cartesiano, no qual o eixo das ordenadas representa a altura de uma nota musical e o eixo das abscissas alguma técnica de estereofonia. Deste modo, por exemplo, quando o ponteiro do *mouse* estivesse posicionado no canto

---

<sup>1</sup>Aluna do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, caetanomagna@gmail.com

<sup>2</sup> Professor do IFMG – Campus Bambuí, gabriel.silva@ifmg.edu.br

superior direito da tela, o som emitido seria uma nota musical alta e aguda, no alto falante do lado direito. Quando o *mouse* passa por cima de algum ícone, a nota muda de instrumento. A partir deste trabalho foram propostas as modificações no plano em estudo e a adequação da técnica de estereofonia para realizar a implementação do sistema. Na Figura 2 é mostrado o plano de visão proposto onde a origem (0,0) representa a saída dos sensores:

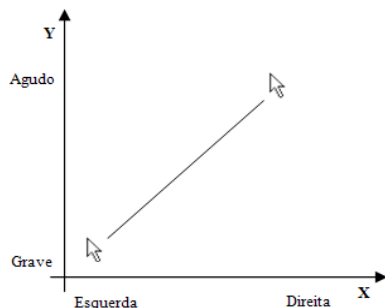


Figura 1 Representação Sonora dos eixos X e Y  
Adaptado de Angélica *et al.* (2007)

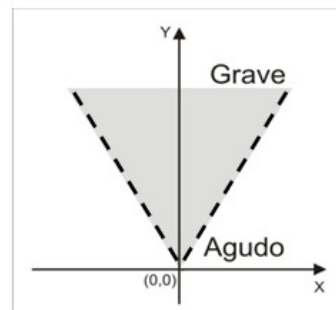


Figura 2 Plano de visão proposto

O módulo desenvolvido tem a finalidade de verificar a viabilidade da transposição do plano cartesiano proposto para identificar a posição do *mouse*, para detecção dos obstáculos à frente do deficiente visual, no qual as notas musicais serão referentes à distância do objeto detectado pelos sensores e o recurso de estereofonia, indicando apenas os lados dos obstáculos detectados.

O dispositivo computacional possui quatro sensores ultra-sônicos que possibilitam a captação de objetos a uma distância segura de até 1,5 metros à frente da pessoa. O posicionamento dos sensores possibilita um ângulo de 60° de cobertura radial, e a partir dele, foram realizados os cálculos que permitem definir o “campo de visão” do dispositivo. Com a medida do ângulo e da distância captada pelo sensor foi calculado o seu campo de visão de 360° com diâmetro de 1,75 metros, medida que entra em consonância com a altura média da população brasileira. Um modelo do funcionamento do protótipo do dispositivo proposto é mostrado na Figura 3:

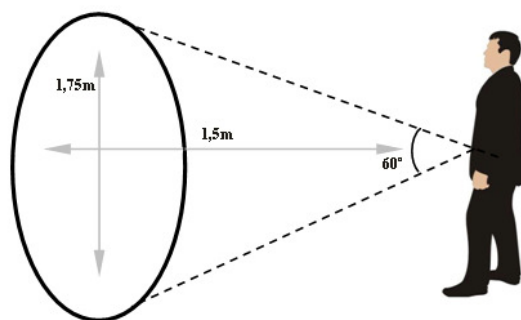


Figura 3 Exemplo do modelo proposto

O deficiente visual se beneficiará com o recurso da estereofonia, que permite diferenciar a direção do obstáculo detectado pelos sensores em direita e esquerda. Objetos detectados no lado direito do deficiente visual serão referenciados por notas musicais tocadas no fone do lado direito, da mesma forma acontece com objetos detectados pelos sensores do lado esquerdo. A distancia do obstáculo será representada pela tonalidade da nota musical e intervalo de tempo em que ela é tocada. Assim, objetos a uma distancia de 1,5m, 1,0m e 0,5m são representados por notas musicais graves, intermediária entre grave e aguda e agudas, respectivamente.

As notas musicais serão tocadas com diferença de tempo até o momento que o sensor deixe de captar o obstáculo e passe a ser inativo. Os obstáculos detectados a uma distância maior do deficiente visual terão suas notas musicais respectivas tocadas em um *loop* com tempo maior entre uma nota e outra. E assim à medida que o obstáculo vá se tornando mais próximo à pessoa o intervalo da nota tocada vai diminuindo e a nota passando a tocar em um intervalo de tempo mais rápido. As notas musicais possuem sons de instrumentos diferentes para detectar a posição do obstáculo, como por

exemplo, ao detectar um objeto até a altura da cintura do usuário será tocado um instrumento e quando detectado um obstáculo acima de sua cintura serão tocadas notas de outro instrumento diferente. Quando detectados objetos do lado direito ou esquerdo do deficiente visual, a diferenciação ocorrerá apenas pelo uso da estereofonia sendo tocadas notas musicais do mesmo instrumento em ambos os lados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho é desenvolvido apenas um protótipo da aplicação a ser implantada no dispositivo computacional. A aplicação tem a finalidade de apenas comprovar ou não a viabilidade do sistema proposto com base no modelo do leitor de tela já proposto que utiliza efeitos sonoros para mapear a tela do computador (Angélica *et al.*, 2007). Por isso foram testadas apenas algumas das possíveis combinações de sensores ativados. De acordo com o posicionamento dos sensores – em forma de uma rosa-dos-ventos, é possível uma maior captação dos obstáculos e garantia de que todos os obstáculos são detectados evitando colisões e acidentes. Na Tabela 1 é mostrada a relação dos sensores e a representação de cada um:

**Tabela 1** Representação dos sensores

| Sensor ativado | Área de cobertura em relação ao deficiente visual | Instrumento  | Distância | Tonalidade | Intervalo de repetição (ms) |
|----------------|---|--------------|-----------|------------|-----------------------------|
| 1              | Superior  | Órgão        | 1,5       | grave      | 50                          |
|                |   |              | 1         | média      | 33                          |
|                |   |              | 0,5       | aguda      | 16                          |
| 2              | Direita   | Piano        | 1,5       | grave      | 50                          |
|                |   |              | 1         | média      | 33                          |
|                |   |              | 0,5       | aguda      | 16                          |
| 3              | Inferior  | Contra-baixo | 1,5       | grave      | 50                          |
|                |   |              | 1         | média      | 33                          |
|                |   |              | 0,5       | aguda      | 16                          |
| 4              | Esquerda  | Piano        | 1,5       | grave      | 50                          |
|                |   |              | 1         | média      | 33                          |
|                |   |              | 0,5       | aguda      | 16                          |

Para testar as combinações dos sensores e a possibilidade de mais de um sensor ser ativado ao mesmo tempo, foi desenvolvida uma classe que sorteia os possíveis sensores ativados. Nesta classe algumas das combinações de sensores ativados foram armazenadas em vetores e sorteado o índice de cada vetor. Após o sorteio do índice do vetor, o mesmo é retornado à classe que realiza todo o processamento para verificar as combinações dos sensores e a distância do obstáculo que cada um detectou para que a nota musical referente a esses dados seja tocada. Para objetos detectados nos cantos inferiores ou superiores do deficiente visual, mais de um sensor é ativado, como por exemplo, quando o sensor 1 e o sensor 2 são ativados ao mesmo tempo, significa que o obstáculo se encontra no canto superior direito da pessoa. A nota do instrumento órgão a ser tocada é enviada ao fone de ouvido do lado direito, diferenciando de entonação dependendo da distância do objeto.

Para testar e comprovar a viabilidade do sistema foi realizado vários testes. Os testes foram realizados no computador devido o acoplamento da aplicação acontecer com a classe que sorteia as entradas e não ter ainda um acoplamento junto à aplicação que controla o *hardware* e envia os dados de entrada (distância do obstáculo e sensores ativados). Os fones de ouvido são colocados na pessoa e a aplicação é executada com a finalidade de verificar a facilidade e capacidade da pessoa em identificar obstáculos fictícios a partir das notas musicais que são tocadas.

A realização dos testes nesta etapa do desenvolvimento do dispositivo é de extrema importância, pois com eles é possível comprovar a viabilidade do sistema proposto, dos cálculos realizados e da combinação dos sensores. Porém não é necessário que os testes sejam realizados com deficientes visuais, pois até o momento é avaliado apenas o uso dos recursos utilizados e a adaptação por parte dos usuários, ou seja, é medida apenas a quantidade de acertos e erros e possíveis dificuldades em utilizar algumas das técnicas envolvidas. Os testes foram simulados com quatro pessoas que não possuem deficiência visual. Seus olhos foram vendados com o intuito de

**XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA**  
**27 de setembro a 01 de outubro de 2010**

---

impossibilitá-las de enxergar a aplicação sendo executada e visualizar a mensagem exibida na tela da aplicação.

Para iniciar o teste, uma breve conceituação sobre o funcionamento da aplicação e como os testes se procederiam foi dada às pessoas para que pudessem ter um melhor entendimento resultados mais proveitosos. Os resultados dos testes foram tabulados e mostrados na Tabela 2:

Tabela 2 Acertos e erros dos testes realizados

| Participantes | Estereofonia |            | Instrumento |            | Tonalidade |            | Intervalo de tempo |            | Aplicação  |            |
|---------------|--------------|------------|-------------|------------|------------|------------|--------------------|------------|------------|------------|
|               | Acertos      | Erros      | Acertos     | Erros      | Acertos    | Erros      | Acertos            | Erros      | Acertos    | Erros      |
| 1             | 5            | 0          | 4           | 1          | 0          | 5          | 1                  | 4          | 2          | 3          |
| 2             | 5            | 0          | 4           | 1          | 2          | 3          | 2                  | 3          | 2          | 3          |
| 3             | 4            | 1          | 5           | 0          | 1          | 4          | 2                  | 3          | 1          | 4          |
| 4             | 3            | 2          | 5           | 0          | 2          | 3          | 3                  | 2          | 2          | 3          |
|               | <b>85%</b>   | <b>15%</b> | <b>90%</b>  | <b>10%</b> | <b>25%</b> | <b>75%</b> | <b>40%</b>         | <b>60%</b> | <b>40%</b> | <b>60%</b> |

Os resultados dos testes acima revelaram uma dificuldade muito grande na interpretação das notas musicais em relação à distância do objeto. Onde a porcentagem de erros foi maior que a porcentagem de acertos, revelando a dificuldade em referenciá-las a distância do objeto. Uma solução para esse problema seria o deficiente visual passar por um treinamento maior para conseguir uma melhor adaptação no uso da tonalidade e intermitência das notas musicais para que consiga ter um melhor aproveitamento do futuro dispositivo computacional.

## CONCLUSÃO

Com os cálculos realizados é possível confirmar a hipótese da combinação das técnicas existentes a fim de se desenvolver um dispositivo de baixo custo e alta eficiência que assista a locomoção dos deficientes visuais. A partir dos cálculos, foi realizada a implementação do sistema para geração dos sons, a fim de testar e confirmar os dados (medidas) calculados. É importante lembrar que o protótipo implementado é apenas a base para o desenvolvimento de um equipamento mais complexo e que permita um considerável aumento na qualidade das detecções dos obstáculos e informações aos deficientes visuais.

A partir dos testes, foi possível a comprovação da viabilidade do sistema proposto, mostrando ainda, que há uma dificuldade muito grande das pessoas no uso da tonalidade e intervalo de tempo das notas musicais tocadas. Com os resultados dos testes, foi possível chegar à conclusão de que é necessário que o deficiente visual passe por um treinamento antes de utilizar o sistema, para melhor se adaptar ao uso da tonalidade e intervalo de tempo das notas musicais tocadas, para que se possa garantir uma maior segurança e confiança ao utilizar o futuro dispositivo computacional proposto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGÉLICA, M.; ALTRAN, Z.C.; JUNIOR BETIOL, J.R.; JUNIOR PAUKA, D. **Design De Interação Acessibilidade**. 2007.21p. Trabalho de Introdução a Ciência da Computação – Curso de Ciência da Computação - Universidade Estadual de Londrina, 2007.

SANTAROSA, Lucila M. C. **Telemática y la inclusión virtual y social de personas com necesidades especiales: un espacio posible en la Internet – RIBIE 2000** – Chile. Disponível em <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie2000>. Acesso em 4/08/2009.

**XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA**  
**27 de setembro a 01 de outubro de 2010**

---

RABELLO, S. **O uso do computador no desempenho de atividades de leitura e escrita do escolar com deficiência visual**, 2007. 124p. Dissertação (Mestre em Ciências Médicas) – Programa de Pós Graduação- Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, Campinas, 2007.