



## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE TRIAGEM DA ACUIDADE VISUAL E DO LIMIAR AUDITIVO ACOPLADOS EM UM BANCO DE DADOS

DEVELOPMENT OF A VISUAL ACUITY AND HEARING THRESHOLD SCREENING SYSTEM

### Fabício Carvalho Soares

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais  
Professor no Instituto Federal de Minas Gerais. fabricio.soares@ifmg.edu.br

### Marcos Pinotti Barbosa

Doutor em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas  
Professor da Universidade Federal de Minas Gerais. pinotti@ufmg.br

### Ricardo Queiroz Guimarães

Doutor em Oftalmologia pela Universidade Federal de Minas Gerais  
Diretor do Hospital de Olhos Dr. Ricardo Guimarães. presidencia@holhos.com.br

### Márcia Fernanda da Costa Reis Guimarães

Doutora em Oftalmologia pela Universidade Federal de Minas Gerais  
Diretora Clínica do Hospital de Olhos Dr. Ricardo Guimarães. presidencia@holhos.com.br



### RESUMO

Diferentes programas de triagem da acuidade visual em crianças com idade escolar já foram realizados. Na maioria destes programas pode-se observar que, apesar dos bons resultados, falta um sistema adequado para a realização dos exames, armazenamento dos dados e o seu tratamento estatístico em larga escala. O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema de exames, acoplado a um banco de dados, que possa ser aplicado em programas públicos de triagem. Neste sistema estão acoplados subsistemas para a realização de diversos exames relacionados à acuidade visual, ao exame do limiar auditivo e para a transmissão automática dos dados para um computador/servidor. O sistema de triagem conseguiu atingir os objetivos propostos, podendo ser

utilizado como uma ferramenta capaz de auxiliar nos exames de acuidade visual com letras, "E", "C" e números, exames de foria, de sensibilidade ao contraste, de visão de cores (Ishihara) e do limiar auditivo. Também foi capaz de armazenar, de maneira automática, os dados em um servidor central, sem a intervenção do examinador.

**PALAVRAS-CHAVE:** acuidade visual, triagem, limiar auditivo, armazenamento de dados.

### ABSTRACT

Different screenings on school age children have been performed. On most programs, it was observed that, despite good results,

there is a lack of adequate systems to perform exams, store data and statistically treat data on a larger scale. The aim of this work is to develop a system of exams, with a database that may be used on public screening. This equipment contains subsystems to execute various exams related to visual acuity, hearing evaluation and automatic data transmission to a computer/server. The equipment developed achieved its purpose, being capable to execute visual acuity exams with letters, "E", "C", numbers, phoria exam, contrast sensibility, color vision (Ishihara) and hearing evaluation. It was also capable to store data automatically on a central server, without the examiner's intervention.

**KEYWORDS:** visual acuity, screening, hearing evaluation, database.

## INTRODUÇÃO

O trabalho de desenvolver um equipamento de triagem da acuidade visual e do limiar auditivo iniciou-se a partir da parceria entre o Laboratório de Bioengenharia (Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG) e o Hospital de Olhos Dr. Ricardo Guimarães, após verificar a carência de equipamentos para a triagem e o armazenamento dos resultados em projetos de cunho social da Fundação Hospital de Olhos.

No Brasil, um dos primeiros programas de saúde na escola foi realizado em 1967, no qual diversos exames (ex., triagem visual, limiar auditivo) foram feitos em crianças de escolas primárias no município de São Paulo (RODRIGUES et al., 1972). Verificou-se que 12% das crianças tinham acuidade visual diminuída, dos quais menos de 40% usavam óculos. Aproximadamente 17% das crianças examinadas na triagem possuíam hipoacusia (diminuição do limiar auditivo), sendo o diagnóstico confirmado em 7% após exames complementares.

Valores próximos para a triagem visual foram encontrados em um estudo com uma amostra de 9640 escolares do 2º ao 5º ano da rede pública de Sorocaba, São Paulo, cuja prevalência de baixa acuidade visual foi de 13% (GIANINI et al., 2004). De forma similar, em uma amostra de 1608 alunos do 2º ano do Ensino Fundamental de escolas estaduais no Rio Grande do Sul, constatou-se a prevalência de acuidade visual diminuída em 11% das crianças, tendo 5% de toda a amostra hipermetropia, 2% astigmatismo e 1% miopia (ESTACIA et al., 2007).

Coerente com os resultados da triagem do sistema auditivo de RODRIGUES et al. (1972), 24% das crianças de 3 a 6 anos em São José do Rio Preto, São Paulo, apresentaram audiometrias alteradas, com confirmação diagnóstica em 10% (PIATTO; MANIGLIA, 2001). Recente estudo com 406 crianças do 2º ao 5º ano identificou que 12% apresentaram alterações auditivas em uma ou ambas as orelhas, em uma ou mais frequências, sendo as piores médias de limiares na frequência de 6 kHz (LÜDERS et al., 2015).

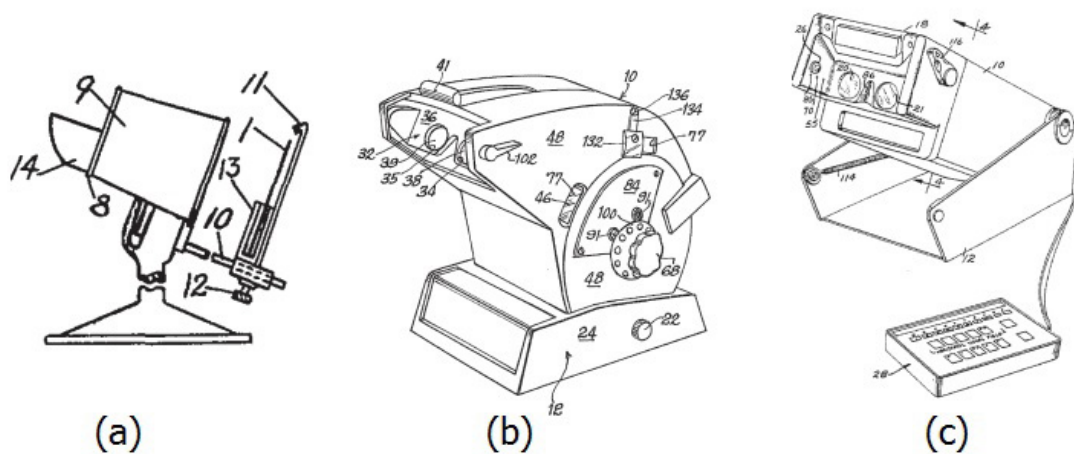
A necessidade de programas de triagem na escola pode ser observada por diversos autores, entre eles, TEMPORINI (1984) afirma que "O escolar está sujeito a distúrbios visuais que interferem no seu rendimento e que, futuramente, poderão trazer limitações a sua vida profissional e social. A escola, instituição que consegue aglutinar grande número de crianças, permite uma ação programada e maciça de cunho preventivo, no que se refere à promoção da saúde ocular ou no diagnóstico precoce e pronto tratamento dos casos identificados". Após estudo sobre a detecção de baixa de visão, BECHARA e KARA-JOSÉ (1987) recomendam a obrigatoriedade do exame oftalmológico, ou pelo menos a triagem realizada por profissionais da educação, em todas as crianças que ingressam na escola.

GASPARETTO et al. (2004) realizaram estudo para verificar o conhecimento dos professores de 23 escolas da cidade de

Campinas sobre sinais para identificação de alunos com problemas visuais. Concluíram que: “Os professores apresentaram conhecimento insuficiente quanto à saúde ocular e, portanto, as ações desenvolvidas não foram completas e abrangentes. Sugere-se a implantação de um programa de saúde ocular em todo o sistema público de ensino, visando desenvolver ações de prevenção da incapacidade visual, promoção e recuperação da saúde ocular”.

Entre os equipamentos utilizados na

triagem visual, três gerações se destacam, baseados nas patentes desenvolvidas por SHERMAN (1935) (Figura 1a), por GOOD (1975) (Figura 1b) e por GRIFFIN et al. (1986) (Figura 1c), sendo este último a base de equipamentos de triagem visual comercializados até os dias atuais. O presente trabalho objetivou apresentar o desenvolvimento de um novo sistema online de triagem de problemas visuais e auditivos, integrado a um banco de dados, de custo acessível, uso intuitivo e que possa ser utilizado em larga escala.



**Figura 1** – (a) equipamento patentado por SHERMAN (1935), (b) patentado por GOOD (1975) e (c) patentado por GRIFFIN et. al. (1986).

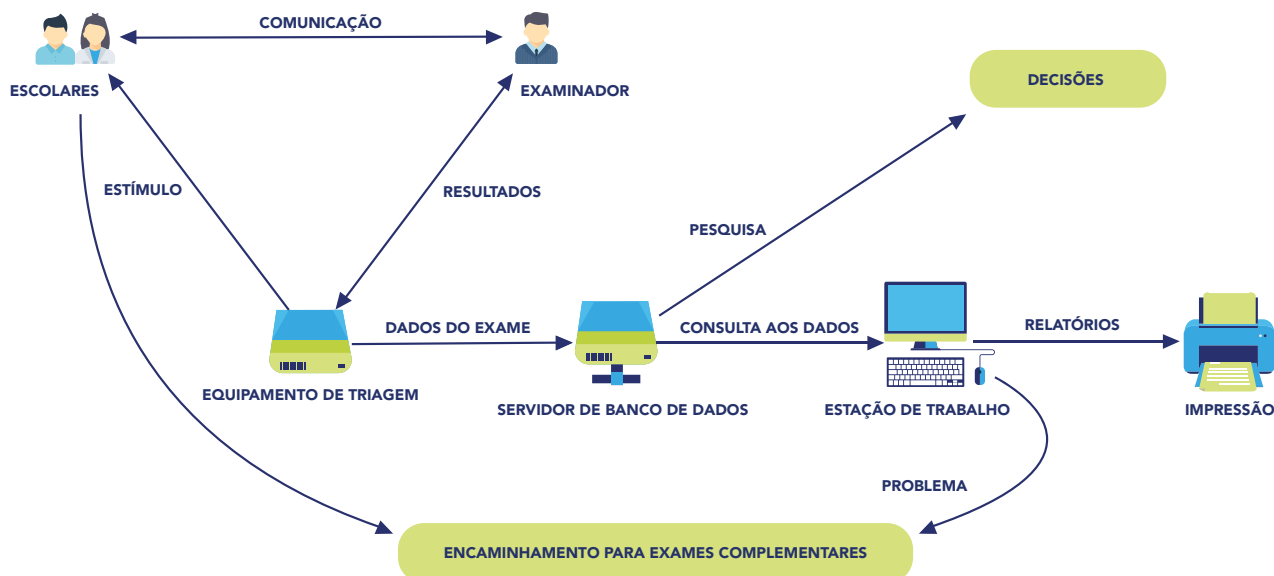
## MÉTODO

Para atingir o objetivo deste trabalho, foi necessário o desenvolvimento da lógica de armazenamento de dados e de um sistema digital de triagem visual. Os principais requisitos propostos para este desenvolvimento foram:

- operar conectado diretamente aos equipamentos de triagem, sem a necessidade de anotação escrita dos resultados;
- organização dos dados de forma a facilitar o seu tratamento estatístico;
- economicamente viável;
- interface simples e intuitiva;

- escalável, podendo atender de pequenas a grandes cidades com a mesma eficiência.

A Figura 2 apresenta, de modo simplificado, o sistema proposto, integrando o equipamento de triagem visual com o sistema de armazenamento de dados. Primeiro, os escolares deverão se posicionar para visualizar os estímulos do equipamento de triagem. O examinador deverá digitar as respostas dos escolares, que serão enviadas automaticamente para um servidor de banco de dados. A consulta dos dados armazenados pode resultar tanto em relatórios individuais quanto em uma análise de dados globais para auxiliar gestores em tomadas de decisão, como o encaminhamento para exames complementares ou planejamento de políticas públicas.

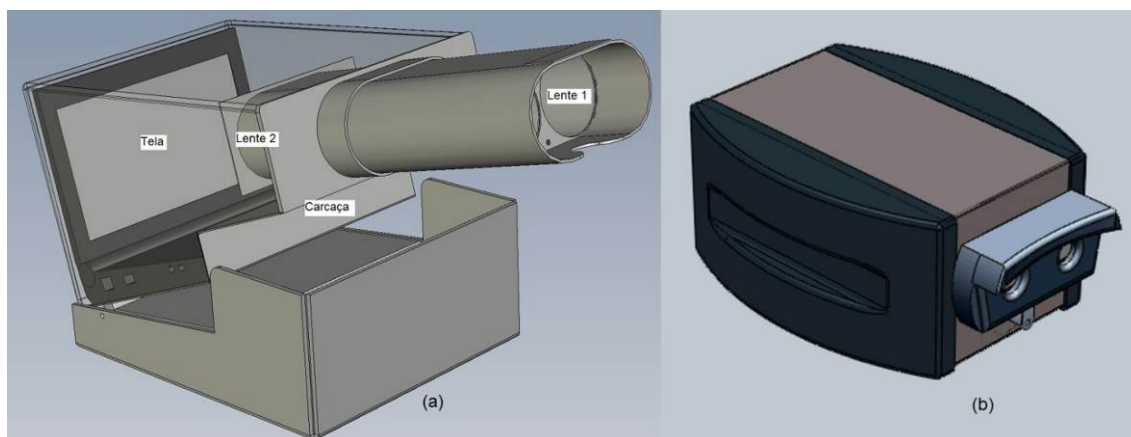


**Figura 2** – Esquema do funcionamento do sistema de triagem. Fonte: Do próprio autor (2009).

O sistema pode ter diversos equipamentos de triagem alimentando o mesmo banco de dados. Inicialmente contará com o equipamento de triagem da acuidade visual e o equipamento de triagem do limiar auditivo. O banco de dados contém tabelas comuns para todos os testes de triagem, tais como: dados de identificação e residência do aluno, dados dos examinadores, dados das escolas e das turmas. Para cada exame de triagem que for adicionado, existirá uma tabela correspondente para armazenar os seus resultados, tendo como campo chave a identificação do aluno.

O equipamento de triagem visual foi desenvolvido buscando integrar soluções

já existentes no mercado, evitando o desenvolvimento de aparatos sofisticados, o que tenderia a aumentar o custo do equipamento e poderia inviabilizar a sua produção. Foram desenvolvidos protótipos com duas estruturas diferentes. Uma delas possui um sistema de controle e processamento interno, tendo a outra com todo o processamento sendo feito por um computador externo. Ambas eram formadas por quatro componentes básicos, conforme pode ser observado na Figura 3a: Tela/Display de cristal líquido (LCD) para exibição dos optótipos; Par de lentes de dioptria positiva (Lente 1); Par de lentes de dioptria negativa (Lente 2); Carcaça.



**Figura 3** – (a) desenho do equipamento evidenciando os seus quatro elementos principais: tela, lente 1, lente 2 e carcaça; (b) desenho proposto para o equipamento. Fonte: (a) Do próprio autor (2009); (b) Laboratório de Pesquisa Aplicada à Neurovisão (2013).

Entre os componentes, o primeiro a ser definido foi a tela de LCD, pois todas as dimensões e características dos demais componentes dependem da resolução e da distância entre os *pixels* da tela selecionada. Em todos os protótipos desenvolvidos, foram utilizadas telas com tamanho de ponto (*dot pitch*) igual a 0,190 mm, o que proporcionou a utilização do mesmo sistema óptico. Para calcular o sistema óptico, foram utilizados:

a) padronização descrita por SNELLEN (1862):

“A acuidade visual ( $S$ ) é expressa pela razão entre a distância em que se reconhece na tabela ( $d$ ) e a distância em que ele se apresenta com um ângulo de cinco minutos ( $D$ ).

$$S = \frac{d}{D}$$

Se  $d$  e  $D$  forem iguais e for visível a

20 pés, então  $V = \frac{20}{20} = 1$   $V = \frac{20}{20} = 1$ , em outras palavras, esta é a acuidade visual normal.”

b) os parâmetros:

- tamanho da letra exibida na tela de LCD correspondente a acuidade visual 1,0 (logMAR 0 e Snellen 20/20): 1,9 mm ou 10 pontos (*pixels*), uma vez que as letras (optótipos) são divididas em 5 partes, a espessura de cada linha corresponde a 2 pontos.
- distância na qual a imagem virtual do optótipo deve estar posicionada: 6,0 m.
- tamanho da imagem virtual para que um optótipo corresponda a acuidade visual 1,0, ou seja, com um ângulo de visão de cinco minutos: 8,72 mm.

c) as equações de óptica aplicadas a lentes delgadas:

$$[1] \quad m = \frac{h'}{h}$$

$$[2] \quad u' = u - y \times \emptyset$$

$$[3] \quad y_{j+1} = y_j + d \times u'_j$$

$$[4] \quad l'_k = \frac{-y_k}{u'_k}$$

$$[5] \quad m = \frac{u_1}{u_k}$$

Onde:

$m$  = ampliação da imagem

$h'$  = tamanho da imagem virtual (percebida pelo observador)

$h$  = tamanho da imagem real (exibida na tela)

$u$  = ângulo que o raio de luz chega na lente

$u'$  = ângulo que o raio de luz parte da lente

$y$  = altura em que o raio chega na lente

$\emptyset$  = potência da lente

$d$  = distância entre as lentes

$j$  = número da lente (para sistemas com mais de uma lente)

$l'$  = posição da imagem

$k$  = última lente

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta a distância e a potência de cada uma das lentes do bloco óptico, calculadas a partir das equações [1], [2], [3], [4] e [5]. Conforme definido anteriormente, o sistema é composto por dois pares de lentes. O primeiro par está a uma distância de 270 mm da tela de LCD e possui uma potência óptica de -11,5 di. O segundo par de lentes está a uma distância de 250 mm da lente 1, com uma potência óptica de +3,0 di. Após uma ampliação de 4,6 vezes, o tamanho final da imagem virtual é de 8,786 mm, próximo ao valor de 8,72 mm, proposto inicialmente. A imagem estará a uma distância virtual de 5994 mm, próximo ao valor de 6 metros recomendado para o exame da acuidade visual.

**Tabela 1** – Resultados do dimensionamento do bloco óptico do sistema de triagem da acuidade visual.

Variáveis	Antes (Tela-Lente 1)	Lente 1	Meio (interlentes)	Lente 2	Fim (pós Lente 2)
Potência óptica (dioptria)		-11,5 di		3,0 di	
Distância	270 mm		250 mm		10 mm
Altura em que o raio chega na lente (y)		1,900 mm		9,122 mm	
Ângulo que o raio de luz chega na lente (u)	0,007037		0,028887		0,001522
Ampliação da imagem					4,624 vezes
Tamanho da imagem virtual					8,786 mm
Distância da imagem virtual					5994,2 mm

A Tabela 2 apresenta uma comparação entre o tamanho real e o tamanho ideal do optótipo / letra, após o bloco óptico, variando a espessura da linha em 1 ponto, ou seja, com o optótipo variando de 5 até 50 pontos de altura. Na terceira coluna estão os valores da imagem exibida na tela, antes de passar pelo sistema óptico. Para todos

os valores, o erro entre o tamanho ideal e o tamanho real do optótipo gerado pelo equipamento foi de 0,69%. Na escala MAR, a maior diferença foi para o tamanho do optótipo equivalente a 0,2 logMAR, sendo obtido o valor real equivalente a 0,18 logMAR, aproximadamente 10% abaixo do valor ideal da escala.

**Tabela 2** – Tamanho da letra exibida pelo equipamento de triagem da acuidade visual e relação do valor real e ideal na escala Snellen e MAR.

Pontos por linha	Pontos por letra	Altura da letra	Tamanho real da letra	Tamanho ideal da letra	Erro	Escala Snellen	Escala MAR	Escala logMAR	logMAR real
1	5	0,95	4,39	4,36	0,69%	20/10	0,5	-0,30	-0,30
2	10	1,90	8,79	8,73	0,69%	20/20	1,0	0,00	0,00
3	15	2,85	13,18	13,09	0,69%	20/30	1,5	0,20	0,18
4	20	3,80	17,57	17,45	0,69%	20/40	2,0	0,30	0,30
5	25	4,75	21,97	21,82	0,69%	20/50	2,5	0,40	0,40
6	30	5,70	26,36	26,18	0,69%	20/60	3,0	0,50	0,48
7	35	6,65	30,75	30,54	0,69%	20/70	3,5	-	0,54
8	40	7,60	35,15	34,91	0,69%	20/80	4,0	0,60	0,60
9	45	8,55	39,54	39,27	0,69%	20/90	4,5	-	0,65
10	50	9,50	43,93	43,63	0,69%	20/100	5,0	0,70	0,70

Implementou-se, no aplicativo desenvolvido para este equipamento, os seguintes teste:

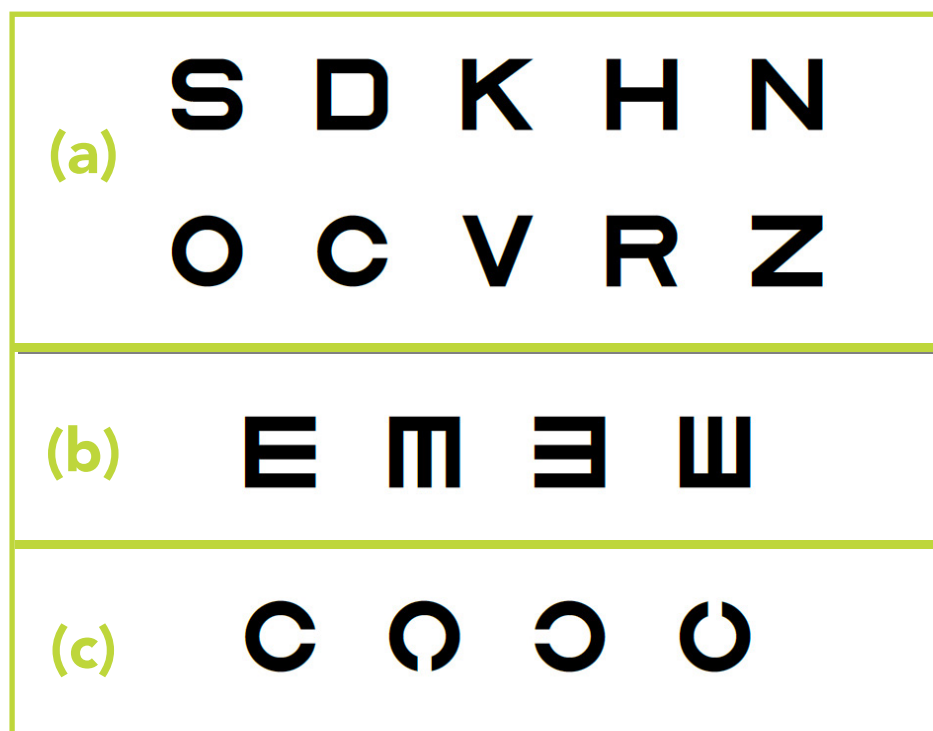
- Triagem da acuidade visual: o sistema é capaz de exibir os optótipos nos tamanhos mostrados na Tabela 2, de maneira decrescente. A escala

principal do sistema é a Snellen (sétima coluna da Tabela 2), sendo os optótipos exibidos de maneira aleatória, podendo ser repetido até duas vezes em cada linha. Pode ser utilizado com quatro conjuntos de



optótipos diferentes: letras em quantidade e dimensões propostas por Sloan em 1959 (COLENBRANDER, 2001), ilustrado na Figura 4a; a letra E, com 4 optótipos posicionados de acordo com os ângulos 0°, 90°, 180° e 270° (Figura 4b); C de Landolt, com 4 optótipos com abertura nos ângulos

0°, 90°, 180° e 270° (Figura 4c); e números com 10 optótipos. Independente do optótipo, será armazenado para cada linha do teste a quantidade de letras que o aluno leu corretamente. Se o aluno ler menos de três letras em uma determinada linha, o teste será encerrado.



**Figura 4** – (a) Fonte desenhada para o equipamento com os optótipos de Sloan, (b) em E, e (c) em C de Landolt.  
Fonte: Do próprio autor (2009).

- Triagem da sensibilidade ao contraste: utilizou-se o conjunto de optótipos de Sloan, seguindo a técnica proposta por Pelli-Robson (Figura 5), contendo 8 linhas com 6 optótipos e apresentando uma variação de contraste de 0,15 a cada 3 optótipos. Para este exame a luminosidade da tela foi aferida, obtendo-se o contraste a partir

da relação entre a luminosidade do tom de cinza exibido e a luminosidade do fundo branco. De maneira análoga ao da acuidade visual, será registrado o número de letras que o aluno identificou em cada linha do exame, encerrando o teste caso o aluno identifique menos de três dos optótipos exibidos.

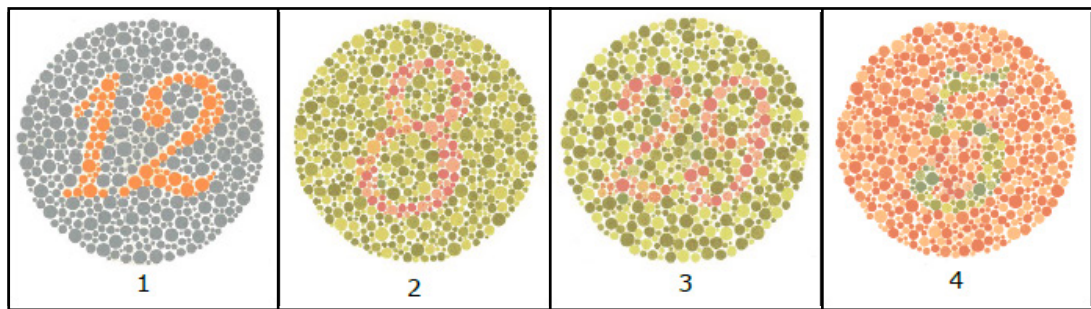
Z V O S K C

Z V O S K C

**Figura 5** – Optótipos exibidos durante a triagem da sensibilidade ao contraste, para o olho esquerdo e direito, com os optótipos Z V O em maior contraste em relação aos optótipos S K C. Fonte: Do próprio autor (2009).

- Triagem da visão de cores: utilizou-se algumas lâminas do Teste de Ishihara (Figura 6). Será registrado

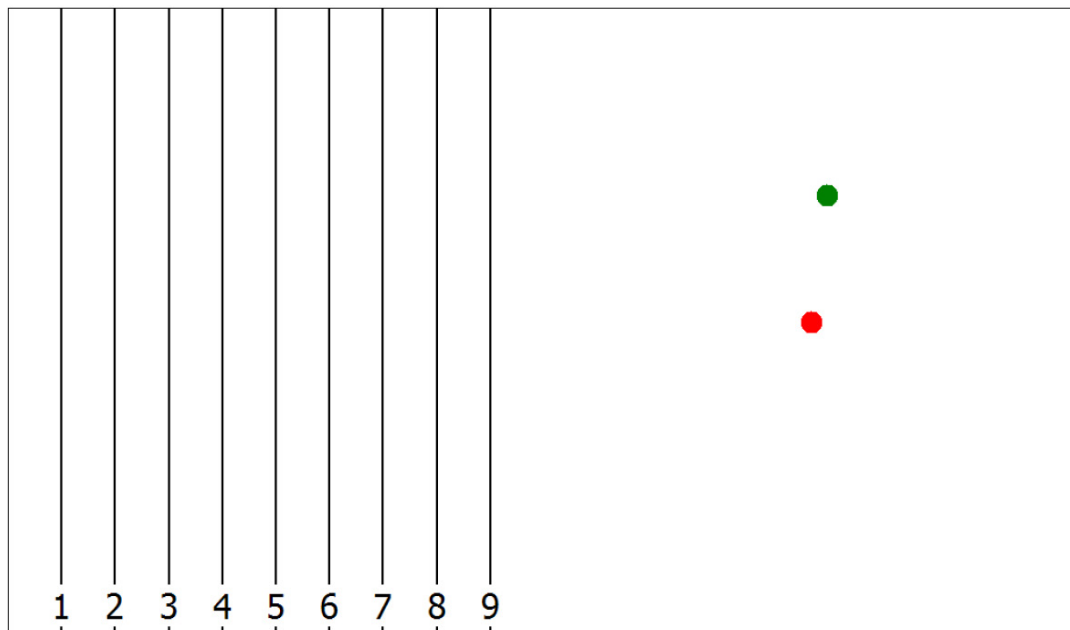
no banco de dados o número identificado pelo aluno.



**Figura 6** – Quatro lâminas do Teste de Ishihara, com os números 12, 8, 29 e 5. Fonte: Do próprio autor (2009).

- Triagem de foria: é exibido no lado esquerdo da tela um conjunto de 9 linhas numeradas e no lado direito um círculo vermelho na posição central da tela (Figura 7). Este teste consiste em identificar se o examinado verá o círculo sobposto a linha central

exibida ou se apresentará algum desvio ocular. Este teste é realizado com linhas verticais e com linhas horizontais. Será armazenado no banco de dados o número da linha vertical e o da linha horizontal nos quais o aluno informou que estava sob o círculo.



**Figura 7** – Teste de foria, com uma metade da tela sendo exibida para o olho esquerdo e a outra metade para o olho direito. Fonte: Do próprio autor (2009).

- Triagem do limiar auditivo tonal aéreo: são emitidos sons de tom puro para o ouvido esquerdo e, em sequência, para o ouvido direito nas frequências de 250 Hz, 500 Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz, 6kHz, 8kHz. A amplitude é alterada a cada 2 segundos, sendo a emissão de som na frequência / ouvido interrompida

pele examinador ao sinal da criança indicando ter percebido o som. Para cada frequência testada, serão armazenados no banco de dados a menor amplitude sonora que o aluno conseguir escutar em cada um dos ouvidos, em escala adimensional.



É possível, em todos os testes de triagem da visão e audição desenvolvidos, avaliar ambos os olhos/ouvidos, somente do olho/ouvido direito ou somente do esquerdo.

Características finais do sistema desenvolvido:

- Equipamento composto de uma tela de 7 polegadas, com resolução de 800 x 480 pontos e distância entre pontos de 0,19 mm. Possui conexão VGA (conector padrão de vídeo dos computadores) e/ou HDMI (padrão digital). Bloco óptico formado por dois pares de lentes, um com + 3.0 di e o outro com -11.5 di. Possui o tubo de suporte das lentes retrátil, diminuindo o tamanho do equipamento para transporte e armazenamento. Funciona somente acoplado a um computador.
- Aplicativo de controle: desenvolvido na linguagem Delphi em ambiente MS Windows®, devido a facilidade no desenvolvimento de sistemas conectados a banco de dados, podendo trabalhar em ambiente remoto (online) ou em ambiente local (offline). Apresenta módulos para cadastro de alunos, cadastro de escolas, cadastro de profissionais, teste de triagem da acuidade visual, teste de triagem da sensibilidade ao contraste, teste de triagem da visão de cores, teste de triagem de foria e teste do limiar auditivo.
- Sistema de banco de dados: utiliza o sistema de gerenciamento de banco de dados MySQL instalado em um servidor com sistema operacional Linux, com capacidade superior a 50 milhões de registros. Para este sistema de triagem, o banco de dados é formado por 13 tabelas de dados, com um total de 174 tipos de dados.

Utilizando a referida metodologia, já foram produzidos três protótipos do sistema de triagem da acuidade visual. A Figura 8 e a Figura 9 apresentam os dois protótipos que utilizam um netbook embarcado dentro do equipamento (Asus EEE PC900, tela de 8,9 polegadas, resolução de 1024x600 pixels), com controle a partir de um teclado numérico e de um display de LCD com 2 linhas de 32 caracteres. A Figura 10 apresenta um terceiro protótipo, construído em aço carbono e polímero, com tela de LCD (marca Innolux, modelo AT070TN92, tamanho de 7 polegadas e resolução de 800x480 pixels), conexão RGB e sistema de controle (computador) externo, com uma bolsa desenvolvida para o transporte.

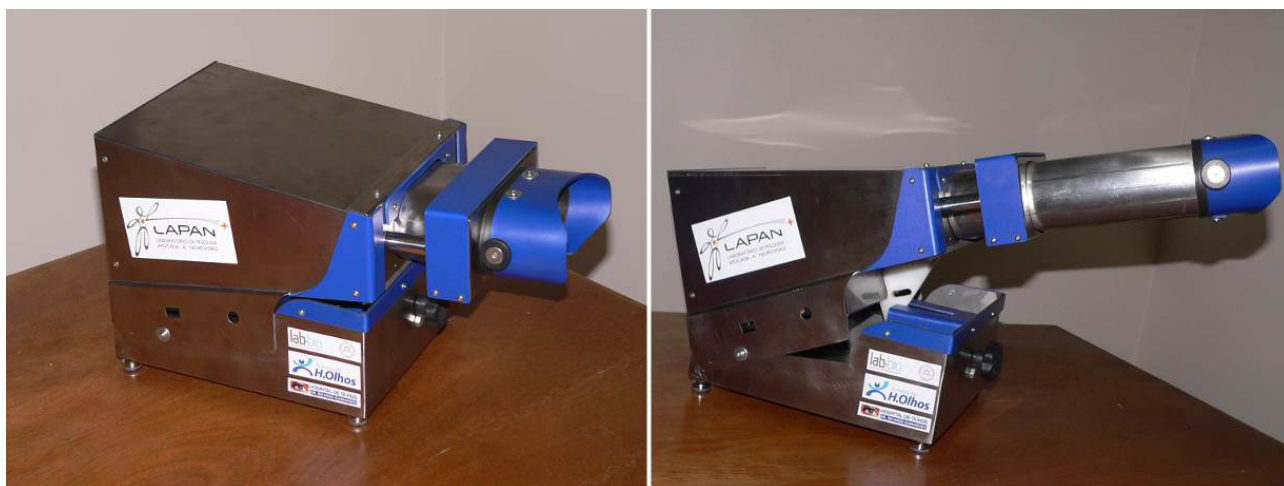
Foram desenvolvidos dois protótipos do sistema de triagem do limiar auditivo, ambos usando fone de ouvido tipo concha fabricado pela Philips (modelo SPH2500) e placa de som genérica (modelo padronizado para os dois protótipos). Realizou-se aferição e ajuste, via software, na curva de potência sonora emitida pelo protótipo. O próximo passo para este sistema será a sua validação.

Foram realizados testes de funcionalidade do equipamento e exames desenvolvidos para o mesmo, sem apresentar anormalidades em relação ao funcionamento previsto. O equipamento está registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) com o número PI-1003231-2. O próximo passo será a validação do equipamento de acuidade visual.

O sistema de banco de dados foi testado utilizando equipamentos analógicos. Apresentou comportamento adequado quando alimentado por vários equipamentos de modo simultâneo, tendo sido realizadas simulações com os equipamentos desenvolvidos e, também, sendo alimentado por outros equipamentos de triagem existentes no mercado.



**Figura 8** – Primeiro protótipo, construído em aço carbono, com um netbook embarcado. Fonte: Do próprio autor (2009).



**Figura 9** – Segundo protótipo, construído em aço inox, com um netbook embarcado. Fonte: Do próprio autor (2010).



**Figura 10** – Terceiro protótipo, construído em aço carbono e polímero, com sistema de controle externo. Fonte: Do próprio autor (2013).

## **CONCLUSÕES**

Com o objetivo de construir um sistema online de triagem de problemas visuais e auditivos, foram desenvolvidos cinco protótipos: três de triagem da acuidade visual e dois de triagem do limiar auditivo. O custo estimado para a produção dos equipamentos desenvolvidos é inferior aos equipamentos similares no mercado, o que possibilita a sua utilização em programas de triagem da população. Em todas as simulações realizadas, os examinadores conseguiram operar de maneira correta o equipamento, demonstrando a sua utilização de maneira intuitiva e com a menor interação possível entre examinador e equipamento. O sistema de banco de dados foi testado utilizando simulações de triagem e, também, triagens com equipamentos analógicos, sendo testadas pouco mais de mil crianças, apresentando velocidade e confiabilidade durante os testes. Atualmente o equipamento de triagem da acuidade visual e do limiar auditivo encontra-se em fase de validação, o que poderá confirmar a viabilidade da sua utilização.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o suporte fornecido pelas instituições: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Laboratório de Pesquisa Aplicada à Neurovisão – LAPAN, Hospital de Olhos Dr. Ricardo Guimarães, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG, Íon Desenvolvimento de Tecnologias. Este projeto, em suas diversas etapas, contou com subvenção econômica da FAPEMIG, processo nº: TEC APQ-02428-10 (2011-2013) e do CNPq, processo nº 550721 (2007-2009). ©

## REFERÊNCIAS

BECHARA, S. J.; KARA-JOSÉ, N. Detecção e tratamento de pacientes amblíopes na cidade de São Paulo, SP (Brasil). *Revista de Saúde Pública*, v. 21, p. 326-330, 1987.

COLENBRANDER, A. *Measuring Vision and Vision Loss*. San Francisco, 2001.

ESTACIA, P. et al. Prevalência de erros refrativos em escolares da primeira série do ensino fundamental da região Nordeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, v. 66, p. 297-303, 2007.

GASPARETTO, M. E. R. F. et al. Dificuldade visual em escolares: conhecimentos e ações de professores do ensino fundamental que atuam com alunos que apresentam visão subnormal. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, v. 67, n. 1, p. 65 – 71, 2004.

GIANINI, R. J. et al. Prevalência de baixa acuidade visual em escolares da rede pública, Sorocaba. *Revista de Saúde Pública*, v. 38, p. 201-208, 2004.

GOOD, C. R. Eye-testing apparatus. PI 4027954. 10 fev. 1975, 7 jun. 1977. United States Patent Office, 1977.

GRIFFIN, J. P.; GATES, G.; RINEHART, K. Vision testing apparatus. PI 4740072. 29 jan. 1986, 26 abr. 1988. United States Patent Office, 1988.

KARA-JOSÉ, N.; TEMPORINI, E. R. Avaliação de triagem visual de escolares de primeira série do primeiro grau. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, v. 14, p. 205-214, 1980.

LÜDERS, D. et al. Análise do perfil audiométrico de escolares. *Distúrbios da Comunicação*, v. 27, n. 1, p. 151-161, 2015.

PIATTO, V. B.; MANIGLIA, J. V. Avaliação da audição em crianças de 3 a 6 anos em creches e pré-escolas municipais. *Jornal de Pediatria*, v. 77, p. 124-130, 2001.

RODRIGUES, E. C. et al. Levantamento de condições de saúde de alunos dos estabelecimentos de ensino primário da secretaria dos negócios da educação do estado, no município de São Paulo, Brasil. *Revista Saúde Pública*, São Paulo, v. 6, p. 343-359, 1972.

SHERMAN, R. A. Device for testing visual acuity. PI 2196904. 4 dez. 1935, 9 abr. 1940. United States Patent Office, 1935.

SNELLEN, H. Probebuchstaben: Zur Bestimmung der Sehschärfe. Utrecht, 1862.

TEMPORINI, E. R. Ação preventiva em problemas visuais de escolares. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 18, p. 259-262, 1984.