

## HUMANIZAÇÃO E ANÁLISE ESTRUTURAL DE CABINES AUDIOMÉTRICAS COMPACTAS POR MEIO DE SIMULAÇÃO VIRTUAL

**Sabrina de Fátima Ferreira Mariotto<sup>1</sup>, Rosinei Batista Ribeiro<sup>2</sup>, Nelson Tavares Matias<sup>3</sup>,  
Jorge Luis Rosa<sup>4</sup>, Victor Orlando Gamarra Rosado<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>FATEA/ Faculdades Integradas Teresa D' Ávila/ Av. Peixoto de Castro, 539 – CEP 12.600.000 – Lorena,SP, Brasil/ [sabrinamariotto@yahoo.com.br](mailto:sabrinamariotto@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>FATEA/ Faculdades Integradas Teresa D' Ávila/ Av. Peixoto de Castro, 539 – CEP 12.600.000 – Lorena,SP, Brasil/ [ispic@fatea.br](mailto:ispic@fatea.br)

<sup>3</sup>FATEA/ Faculdades Integradas Teresa D' Ávila/ Av. Peixoto de Castro, 539 – CEP 12.600.000 – Lorena,SP, Brasil/ [sabrinamariotto@yahoo.com.br](mailto:sabrinamariotto@yahoo.com.br)

<sup>4</sup>FATEA/ Faculdades Integradas Teresa D' Ávila/ Av. Peixoto de Castro, 539 – CEP 12.600.000 – Lorena,SP, Brasil/ [sabrinamariotto@yahoo.com.br](mailto:sabrinamariotto@yahoo.com.br)

<sup>5</sup>UNESP/ Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá/ Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333 – CEP 12.516.410 – Guaratinguetá,SP, Brasil/ [victor@feg.unesp.br](mailto:victor@feg.unesp.br)

**Resumo** - Neste artigo estuda-se a viabilidade técnica e econômica dos materiais utilizados na produção de cabines audiométricas, buscando melhor adequação, visando o bem estar do paciente durante a realização do exame, focalizando estudos a partir de alguns aspectos apontados como inadequados (referentes) a construção, montagem, realização de exames, materiais empregados e outros. Podemos validar este processo tornando-o mais simples e eficaz tanto para quem fabrica quanto para quem o utiliza. Como ferramenta para obtenção destes dados irá ser utilizado um software indicado para análises estruturais do produto que tem como base o método dos elementos finitos (ANSYS).

**Palavras-chave:** cabine audiométrica, análise estrutural, simulação

### Introdução

O propósito de uma cabine audiométrica é fornecer um ambiente acústico capaz de garantir a confiabilidade de testes de avaliação do limiar auditivo. Estes testes devem ser evitados em ambientes muito ruidosos onde demais fontes sonoras possam interferir no exame e diagnóstico. Entretanto nem sempre se consegue uma área que possua nível sonoro apropriado para tal finalidade. E a maneira a contornar esta situação é adotando o uso de cabine audiométrica.

Esta cabine trata-se de uma câmara acústica com finalidade de isolar os ruídos externos a fim de permitir a concentração do paciente na realização do exame e a conceder maior precisão no diagnóstico.

### Objetivo

Conhecer detalhadamente os materiais industriais utilizados nos sistemas que compõe a construção das cabines, em especial, avaliar suas características relacionadas com o projeto de

produto, durabilidade, resistência dos materiais, peso e custo. Com o objetivo de fornecer um ambiente adequado a realização dos testes auditivos evitando assim interferência na recepção do sinal sonoro gerado pelo audiômetro (aparelho que permite controlar sinais de frequência (som) emitidos ao paciente que se encontra do lado interno da cabine). Além do ambiente acústico, buscar posicionar o paciente para o teste auditivo, evitando possíveis distrações no seu horizonte visual. E ter dimensão suficiente para que uma pessoa fique sentada adequadamente durante o teste.

Portanto, esta pesquisa consiste em desenvolver, redimensionar e analisar a estrutura da cabine audiométrica, como produto de fácil interface com o paciente; e também, permitir a montagem e a desmontagem da cabine para o profissional audiométrico volante e proporcionar assim, um investimento reduzido.

## Desenvolvimento

Para obtermos um resultado satisfatório, visando a otimização destes processos, torna-se importante entendermos o funcionamento das cabines audiométricas compactas (figura 1 - a) e o comportamento dos componentes que integram a sua construção (sistema e subsistema).

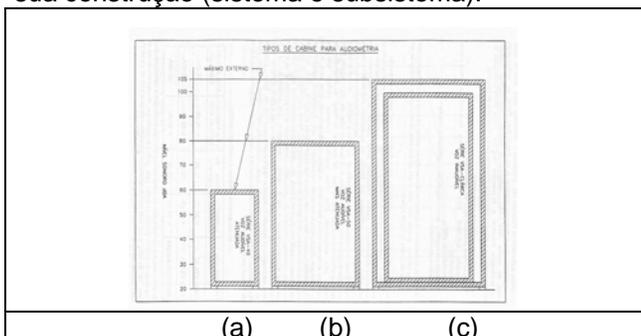


Figura 1: Tipos de cabine para audiometria

Identificando os componentes, mais particularmente de sua estrutura, faz-se pertinente à realização de uma análise estrutural, para avaliar o comportamento do conjunto e por meio dos resultados propor novos (arranjos): tipos de encaixe e materiais alternativos que tem como finalidade desenvolver a adequação deste tipo de cabine, com propriedades mais leves, portador de isolamento acústico, isto é, de acordo com as necessidades cabíveis ao funcionamento, a execução do exame e a acomodação do paciente.

Esta investigação torna-se imprescindível tendo em vista a importância do exame audiométrico (a busca pela prevenção auditiva) e disponibilização deste exame em locais de difícil acesso.

Os tópicos abordados no decorrer deste artigo apresentam uma parte desta investigação “levantamento de dados”.

## Execução do Exame

Para que haja exatidão e qualidade no diagnóstico é de extrema necessidade que o paciente se sinta à vontade durante a realização do exame, que seja ausente de interferências e realizado através de cabines adequadamente construídas. Porém podemos notar que há algumas interferências neste processo. Estas interferências estão agregadas ao funcionamento da cabine e são de ordem variável:

- Ao entrar na cabine muitas vezes o paciente se senti desconfortável por ter que ficar em um local fechado e que muitas vezes possuem fechaduras apenas no lado externo;

- O paciente que já tem costume de realizar este exame periodicamente, pode interferir no resultado do diagnóstico. Ele está propenso a responder o sinal emitido apenas pelo gesto de comando do profissional, entre outros.

Estes aspectos são de grande importância para o desenvolvimento da proposta de adequação servindo como referência para o processo de otimização, juntamente com a análise estrutural.

## Análise Estrutural

Subsistemas	Material	Função
Base (piso)	Borracha pastilhada carpete	Sustentar o paciente
Estrutura	Chapa de Aço carbono 1020 e madeira	Suporte das paredes e bases
Janela (visor)	Vidro dupla face Vidro triplo	Interagir com o paciente
Fixação dos painéis	Parafuso Ø3/8” x 2 Cabeça panela com fenda, arruela lisa, feltro de vedação parafusos auto-atarrachante 6,3x19mm cabeça de fenda sextavada com fenda	Fixar a estrutura
Revestimento Acústico (Interno)	Espuma Sonique Wave 25\10 La de vidro Placas de gesso	Isolar acusticamente o ambiente para realização do exame
Cola	especial	União de camadas acústicas
Fechadura	Fecho de engate rápido	Fechar a porta
Pés (calçamento)	Amortecedores de vibração	Reduzir as vibrações naturais de edificação
Acabamento Externo	Proteção anti ferruginosa esmalte	Proteção do material externo

	sintético	
Lâmpada	Lâmpada fluorescente de 9W	Iluminar o ambiente

Tabela 1: Análise Estrutural

Nesta fase do projeto estão sendo levantados os subsistemas que compõem uma cabine audiométrica e seus respectivos materiais em que são fabricados.

Verificando estes respectivos materiais apontados na tabela 1, podemos notar que algumas cabines audiométricas são constituídas de materiais que favorecem seu peso, usam placas que ocasiona em sua montagem e desmontagem danificações nos materiais, utilizam como acabamento o carpete que dificulta a limpeza da cabine.

Algumas cabines utilizam pregos para fixação destas placas algumas delas de gesso, que com um certo tempo de vida este se desprende por apresentar folga. Utilização de lâmpadas no ambiente interno proporcionando aquecimento, e outros.

(A partir de toda colheita e análise de dados podemos entender o funcionamento da cabine e partimos para uma proposta de adequação).

### Proposta de Adequação Cabine (Modelo Virtual)

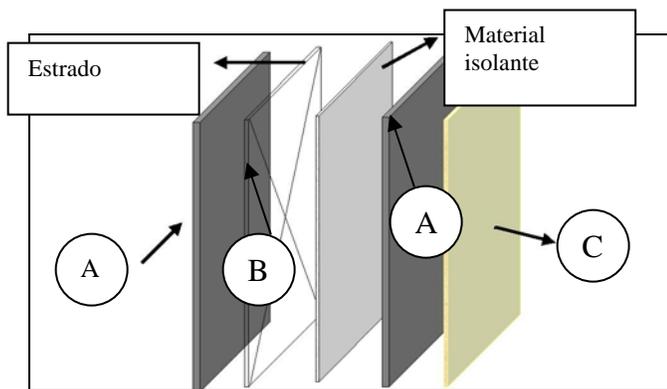


Figura 2: Proposta de adequação das paredes da cabine externa/interna

Esta proposta permite diminuir a espessura das cabines existentes no mercado, sendo este um dos possíveis problemas em relação ao peso.

Aplicaria em usar uma chapa do material (a ser estudado) (a) fixado a um estrado deste mesmo material, onde nas partes vazadas podemos preenche-la com um material isolante (b), sendo fixado a outra chapa deste mesmo material (a) e

depois para acabamento parte que ficara exposta no lado interno, um material isolante acústico de fácil limpeza e durabilidade (c).

A otimização destas cabines ajudaria a levar este exame em locais de difícil acesso, população baixa renda, indústrias e ambientes rurais e ajudaria na prevenção auditiva onde as pessoas estão expostas frequentemente a níveis de ruídos, devido aos processos de industrialização e urbanização.

Verificando estas necessidades presentes e analisando detalhadamente os possíveis problemas apontados, foi elaborado um esboço de projeto de adequação, procurando viabilizar tecnicamente e economicamente o projeto para produção em série.

Para o desenvolvimento do projeto de pesquisa serão utilizados alguns recursos nos quais alguns já estão sendo apontados neste trabalho:

- Pesquisa de campo;
- Levantamento de normas;
- Materiais de construção de cabines;
- Levantamento de materiais que compõem a construção de cabines
- Verificação do material adequado quanto à construção;
- Viabilidade econômica
- Detalhamento técnico
- Modelagem virtual
- Realização de ensaios por meio de simulação virtual

No primeiro caso foi feito um detalhamento técnico do projeto, a verificação de qual material poderia ser estudado a fim de obter um melhor resultado a compor o sistema estrutural da cabine audiométrica. A partir desta primeira fase recomendamos a utilização do alumínio, como elemento estrutural.

Após este detalhamento foi realizada uma simulação virtual utilizando o software CAD (Computer Aided Design) onde obtivemos um modelo volumétrico, permitindo-nos verificar as falhas e os problemas que podem ocorrer ao longo do projeto e sugerir novas adequações (pré-visualização) onde avaliamos o dimensionamento e um nova estética (design) em relação a funcionalidade.

Após os resultados preliminares o modelo volumétrico proposto foi exportado para um software denominado 3D Estúdio (software utilizado para a renderização, modelagem, animações em terceira dimensão) representado virtualmente os materiais escolhidos para compor os sistemas e subsistemas da cabine, proporcionado uma representação virtual

(textura) dos materiais utilizados, conforme mostrado na figura 3.



Figura 3: Detalhamento Técnico e virtual

A próxima etapa do projeto, considerada como etapa final de pesquisa a ser elaborada, será a implementação do modelo virtual proposto para o ANSYS (software que tem como base o método de elementos finitos). O método proposto tem como objetivo auxiliar o desenvolvimento do produto, visando determinar e avaliar o comportamento estrutural de todo o sistema.

Segundo Filho (2000), a estrutura (o componente mecânico) é subdividido em um número finito de partes – os elementos - que são conectados entre si por intermédio de pontos discretos que constitui um modelo matemático, também chamado de modelo estrutural.

Para a futura realização desta análise torna-se importante seguirmos alguns tópicos:

- Entendimento claro do problema físico a ser simulado;
- Conhecimento do comportamento estrutural desejado (critério do produto)
- Propriedades dos materiais envolvidos;
- Definição da região (objeto) de interesse.

A aplicação dos conceitos de elementos finitos neste projeto de pesquisa tem como objetivo investigar e avaliar a percepção do usuário contribuindo com a humanização do produto.

### Conclusão

Esta proposta de adequação da cabine audiométrica compacta surgiu para proporcionar um ambiente mais agradável, evitando apreensões, receios, qualquer manifestação que possa interferir no processo do exame e diagnóstico.

O novo modelo proposto trata-se de uma cabine adequadamente construída, tendo seu processo de otimização baseada nas análises do exame e dos tipos de cabines encontradas no

mercado, postura do paciente, enquête com o profissional fonoaudiólogo e enquête com o paciente.

Concluimos também que com o estudo estrutural podemos avaliar melhorias na aplicação de materiais alternativos que se adequam a construção de cabines audiométricas compactas. Viabilizando a redução de custo, peso, processo de fabricação e montagem.

Este foi o primeiro passo para desenvolver o sistema virtual que envolve a fabricação de cabine audiométricas. Futuramente busca-se realizar um estudo mais rigoroso aplicado a um software de análise dos elementos estruturais.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Santa Teresa e as Faculdades Integradas Teresa D'Ávila de Lorena – FATEA, em especial à Ir. Dra. Olga de Sá pelo apoio oferecido aos trabalhos de Iniciação Científica.

### Referências Bibliográficas

- QUIROS, J. B. & D'ELIA, N. **Introducción a la Audiometría**, Buenos Aires, Ed. Paidós, 1973.
- HODGSON, W. R. **Basic Audiologic Evaluation**. Baltimore, The Williams & Wilkins Co., 1980.
- MATOS, P. M, MORATA, C. T, SANTOS, P de U, OKAMOTO, A. V. **Ruído, Riscos e Prevenção**, 3ª edição, Hucitec.
- VIBRASON, Tecnologia Acústica Ltda. **Manual do Proprietário**, Cabine Audiométrica Compacta, 2003.
- FILHO, B. E. **Seleção de metais não ferrosos**, Unicamp, 2ª edição.
- RUSSO, P. C. I, SANTOS, M. M. T., **Audiologia Infantil**, Cortez, 4ª edição.
- MARIOTTO, S. F. F, MATIAS, N. T, RIBEIRO, R. B, ROSA, J.L. **Redesign de Cabines Audiométricas**, Publicação – 3º COBEF – UDESC - Joinville/ SC, 2005.
- FILHO, A. A. E, REVISTA CADWARE. **Modelos e interpretação CAE**, parte 1, Dezembro 2000.
- TELES, R. M, SENA, A. P. R. C, MEDEIROS, M. P. H. **Estudos comparativos entre critérios de análise da mudança significativa do Limiar (MSL)**, ano 5, nº22, 4º trimestre, editora Pancast.