

## COMO O TIPO DE MOLDE AFETA O GANHO DE INSERÇÃO DE APARELHOS AUDITIVOS EM OUVIDOS REAIS\*

*Hans Bergenstoff*

Já é reconhecida há muito tempo a grande influência do molde sobre a maneira como o paciente sente o som de seu aparelho auditivo.

Dalsgaard e Dyrland Jensen, por exemplo, realizaram uma interessante pesquisa, cujos resultados foram publicados no *Journal of Audiological Technique*, nº 5, 1976, sob o título 'Medida do ganho de inserção de aparelhos de amplificação sonora'.

No artigo é descrito um método para a medição do ganho de inserção em ouvido real de um aparelho de amplificação sonora, incluindo o molde. A pressão sonora no canal auditivo do usuário foi medida *com e sem* o aparelho auditivo em várias frequências, através de uma sonda microfona (fig. 1). Calculando-se a diferença entre a pressão sonora com e sem o aparelho de amplificação sonora, pode-se obter uma descrição objetiva de como a membrana timpânica reage à adaptação do aparelho auditivo.

O artigo contém alguns exemplos práticos de medições em um número de indivíduos com vários aparelhos de amplificação sonora, e o resultado mostrou que há consideráveis diferenças entre o ganho de inserção obtido em ouvidos reais e o ganho obtido com os mesmos aparelhos auditivos, quando medido de acordo com os padrões conhecidos, por exemplo ANSI e IEC (Fig. 2).

As diferenças eram especialmente marcantes nas frequências altas e conclui-se que a média do ganho de inserção em ouvido real na faixa de frequências acima de 2.000 HZ era aproximadamente 20 dB *abaixo* do ganho obtido quando medido de acordo com os padrões ANSI e IEC. Mais precisamente, o ganho de inserção em ouvido real diminuía em cerca de 20 dB entre aproximadamente 1.500 Hz e aproximadamente 3.000 Hz; isto é, menos 20 dB por oitava.

Obviamente, é difícil se esperar que uma adaptação de aparelho de amplificação sonora com tais resultados seja bem-sucedida; especialmente se o usuário sofre de perda de audição nas frequências altas, como na presbiacusia ou na perda de audição induzida pelo ruído e, ainda, porque as frequências importantes para a inteligibilidade de fala estão atenuadas (Fig. 3). Frequentemente o usuário de aparelho auditivo se queixa, dizendo. "Eu escuto, mas não compreendo".

Ainda no artigo, o molde é submetido a uma avaliação crítica, e os autores demons-

---

\* Tradução de Cristina Coelho da Rocha, fonoaudióloga.

tram que uma causa essencial no que se refere à falta de ganho nas altas freqüências, está relacionada com as características acústicas do molde.

Durante os últimos anos, métodos para melhorar a característica das altas freqüências no molde têm sido descritos, principalmente quando aplicações dos chamados princípios de corneta são utilizados, nos quais a última parte do conduto de som a partir do aparelho auditivo até a ponta do molde, tem o seu diâmetro aumentado progressivamente. Particularmente Mead C. Killion e E. Robert Libby têm contribuído para o desenvolvimento desta área, o último com o chamado 'Libby-horn', com o qual notáveis resultados têm sido relatados, e conseqüentemente vem sendo amplamente utilizado, principalmente nos E.U.A. Recentemente a série de *horns* (cornetas) para moldes tem sido aumentada com a introdução do chamado 'Bakke-horn'.

Com o objetivo de se ter uma idéia do valor desses novos moldes e também dos mais tradicionais, medições do ganho de inserção em ouvidos reais com vários aparelhos auditivos acoplados a diferentes moldes têm sido realizadas, em cooperação com Bjorg Pederesen, M. D., chefe residente, e S. Scott Nielsen, B. Sc., no departamento de Audiologia do Hospital Bispebjerg, em Copenhagen, e amostras dos resultados da experiência e das medições se encontram descritos abaixo.

Um molde muito utilizado é mostrado esquematicamente na figura 4, na qual se pode observar que o tubo atravessa todo o conduto do molde até a sua ponta, formando uma passagem de som contínua de 2mm de diâmetro em todo o seu percurso.

Em alguns casos, as dimensões do mesmo conduto de som podem ser encontradas de outras maneiras, por exemplo, quando um mini-gancho é usado no molde para facilitar a troca do tubo (Fig. 5).

A medição do ganho de inserção em ouvido real com um aparelho auditivo retroauricular normal com o molde acima mencionado, mostrou queda no ganho das freqüências acima de cerca de 1.800 Hz (Fig. 6), o que corresponde aos resultados descritos por Dalsgaard e Dyrlund Jensen.

Ao usar o mesmo molde (Fig. 5) acoplado a um aparelho auditivo retroauricular de banda de freqüência larga, um resultado quase similar foi obtido (Fig. 7). Uma comparação direta entre os dois aparelhos auditivos com o mesmo molde é mostrada na figura 8 e nota-se que a diferença entre um aparelho de amplificação sonora normal e um aparelho de amplificação sonora de banda de freqüência abrangente é mínima quando tal molde é utilizado.

Um outro molde usado freqüentemente é mostrado na figura 9; confeccionado para um aparelho auditivo convencional (tipo caixa) com orifício de 3mm e um adaptador para conexão com o tubo. Deve-se tomar muito cuidado para que se consiga uma boa vedação entre o adaptador e o canal de som, para evitar perdas. O resultado da medição do ganho de inserção em ouvido real com este molde conectado a um aparelho auditivo retroauricular normal, pode ser visto na figura 10, na qual se observa que a faixa de freqüência é amplia-

da em aproximadamente um terço de uma oitava, e que a intensidade das freqüências altas é aumentada em aproximadamente 6 dB se comparado ao molde com orifício de 2mm; isto é, um menor aumento de ganho nas freqüências altas.

A figura 11 mostra um molde com Libby-horn. É fácil notar que o orifício para a passagem do som aumenta gradualmente como uma corneta, até a extremidade do molde, e que o tubo, corneta e molde formam uma unidade integrada.

O ganho de inserção em ouvido real de um aparelho auditivo retroauricular normal com molde com Libby-horn, é mostrado na figura 12, e observa-se que a faixa de freqüência é ampliada em quase uma oitava, e que a intensidade das altas freqüências é aumentada de 10-15 dB, enquanto que a ressonância mascarante nas freqüências médias é reduzida em aproximadamente 4 dB.

Especialmente quando acoplado em aparelhos auditivos retroauriculares de banda larga de freqüência, é que se pode reconhecer o considerável efeito do molde com Libby-horn (Fig. 13). A faixa de freqüência é ampliada em quase duas oitavas e o nível de intensidade das freqüências altas é aumentado em aproximadamente 20 dB, enquanto que a ressonância mascarante na faixa das freqüências médias é reduzida em 8-10 dB.

Assim, o Libby-horn proporciona uma considerável melhoria acústica, mas algumas dificuldades têm sido reportadas quanto ao seu uso na prática. Como o tubo, corneta e molde constituem uma unidade integrada, o tubo é difícil de ser trocado, e também tem sido relatado que o molde se torna mais difícil de ser confeccionado; dentre outros motivos, porque não é fácil acomodar a corneta na extremidade do molde, a não ser que a ponta da corneta seja cortada.

Na Escandinávia, contudo, um método relativamente simples para a confecção de moldes com cornetas foi desenvolvido, com a vantagem adicional de o tubo poder ser facilmente trocado. Tal método é baseado na seguinte técnica: um canal relativamente largo é perfurado no molde e, em seguida, uma minicorneta (o Bakke-horn, Fig. 14) é usada, funcionando também como conexão do tubo ao molde.

Na figura 16 é mostrado esquematicamente em detalhes um molde com Bakke-horn. Parece que a execução da corneta cobre a maior parte dos 30mm do conduto para a passagem do som até a ponta do molde e que o tubo é intercambiável.

O ganho de inserção em ouvido real de um aparelho auditivo retroauricular normal com molde com Bakke-horn é mostrado na figura 17, na qual se observa que a faixa de freqüência é ampliada também em quase uma oitava neste caso, e que o nível de intensidade das freqüências altas é aumentado em 10-15 dB, enquanto que a ressonância mascarante nas freqüências intermediárias é reduzida em aproximadamente 4 dB.

Também quando acoplado a aparelhos auditivos retroauriculares de banda de freqüência larga, o efeito do molde com Bakke-horn é detectado (Fig. 18). A faixa de freqüência é estendida em quase duas oitavas e a intensidade das freqüências altas é melhorada em

aproximadamente 20 dB, enquanto que a ressonância mascarante na faixa de frequências médias é diminuída em cerca de 8 dB.

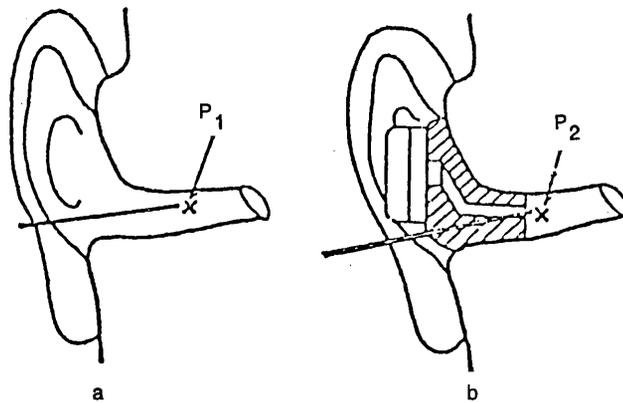
O que se conclui é que o molde com Bakke-horn proporciona praticamente o mesmo desempenho acústico que os moldes com Libby-horn, mas tem a vantagem do tubo poder ser trocado com maior facilidade e do molde ser relativamente fácil de ser confeccionado. O Bakke-horn é feito de plástico rígido e pode ser colado diretamente ao molde de acrílico duro.

Para ser usado conectado a moldes flexíveis, existe uma outra versão do Bakke-horn (o Bakke-horn "s") com uma borda larga e área para encaixe.

No caso de condutos auditivos estreitos, pode ser difícil de se obter uma abertura circular de 4mm de diâmetro na ponta do molde. Porém, o ponto decisivo não é a abertura circular de 4mm, mas a área da abertura e, assim, é possível se beneficiar do fato do conduto auditivo ter, muitas vezes, um formato ovalado e fazer a parte principal da abertura com forma oval ou parcialmente sem paredes, como foi por Knowles e Killion (Fig. 20).

As medições do ganho de inserções em ouvidos reais aqui mencionadas, apenas em amostras, mostram que moldes com corneta melhoram significativamente a reprodução das frequências altas, principalmente quando acopladas a aparelhos auditivos de faixa de frequência ampla, nos quais medidas especiais foram tomadas com relação ao uso dos moldes com corneta. Não há dúvida de que os moldes com corneta serão vastamente utilizados no futuro, para o benefício da maioria dos deficientes auditivos.

Na testagem prática de moldes com corneta acopladas a aparelhos de amplificação sonora de banda de frequências larga, os usuários têm relatado que o som é mais agradável e natural, e menos cansativo, e que a inteligibilidade de fala é bem melhor, principalmente em ambientes ruidosos. Também a família do usuário de aparelho auditivo tem observado que o próprio usuário fala mais claramente!



Ganho de inserção em ouvido real:  $\frac{P_2}{P_1}$

Fig. 1 Técnica de medição do ganho de inserção em ouvido real (Dalsgaard e Dyrlund Jensen).

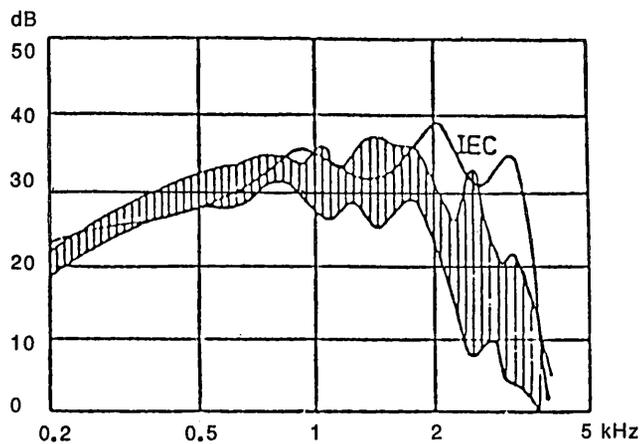


Fig. 2. Área sombreada: Ganho de inserção medido em ouvidos de cinco pessoas com aparelho retroauricular comparado com a medição do mesmo aparelho, de acordo com ANSI ou IEC 118 (Dalsgaard e Dyrlund Jensen).

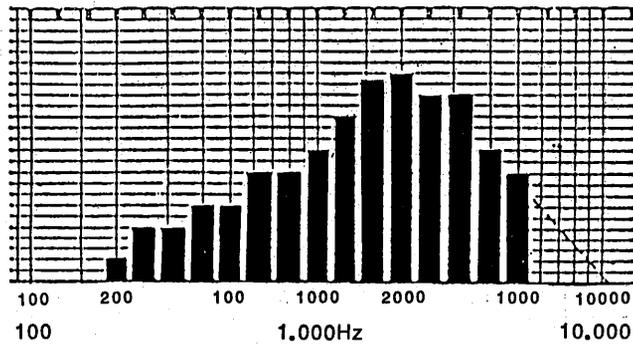


Fig. 3. Importância relativa de cada banda de freqüência para a inteligibilidade de fala (ANSI S3.5-1969).

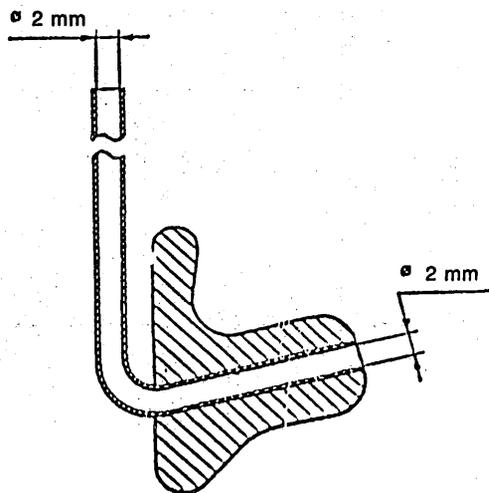


Fig. 4. Molde com tubo em toda a sua extensão.

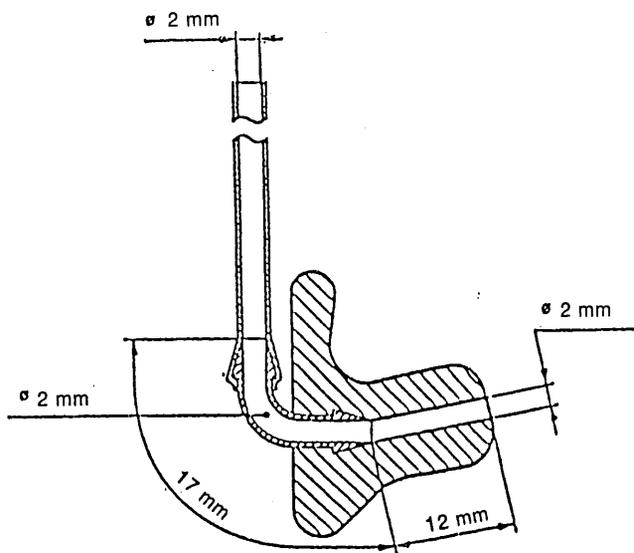


Fig. 5. Molde com miniganho e orifício de 2mm de diâmetro.

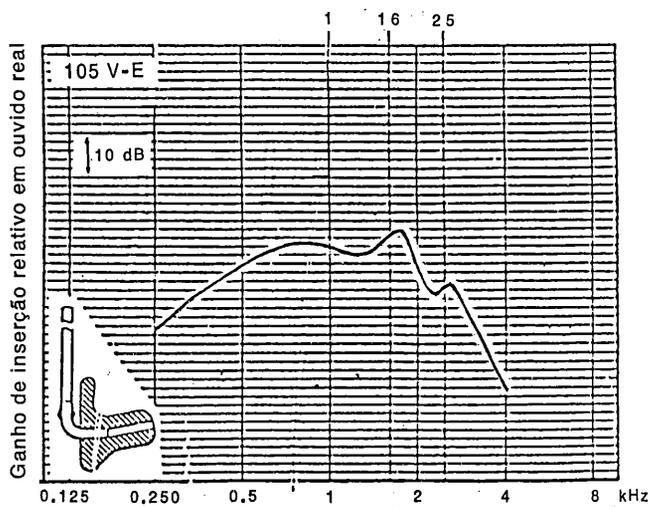


Fig. 6. Ganho de inserção em ouvido real de aparelho retroauricular normal com molde com orifício de 2mm de diâmetro.

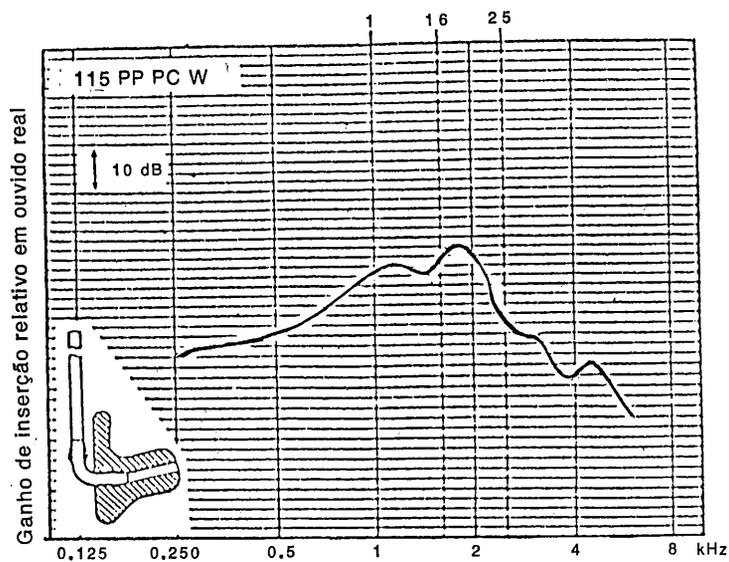


Fig. 7. Ganho de inserção em ouvido real de aparelho auditivo retroauricular de banda de freqüência ampla com molde com orifício de 2mm de diâmetro.

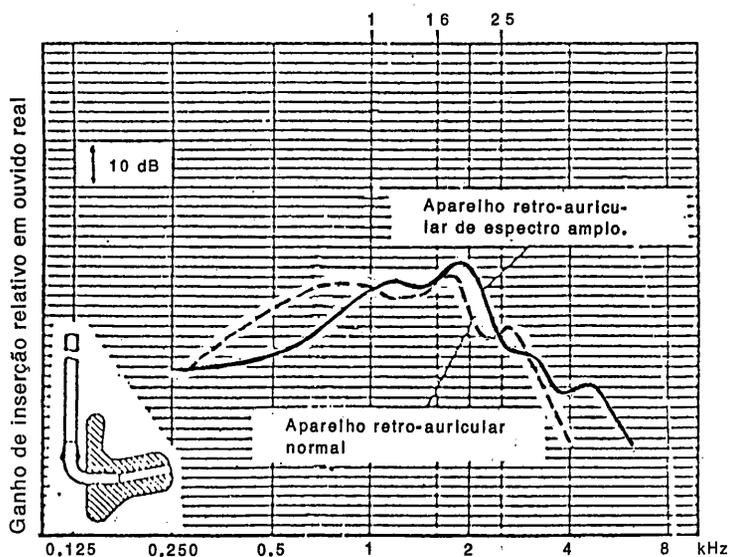


Fig. 8. Ganho de inserção em ouvido real de aparelhos auditivos retroauriculares normal e de espectro de freqüência ampla com molde com orifício de 2mm de diâmetro.

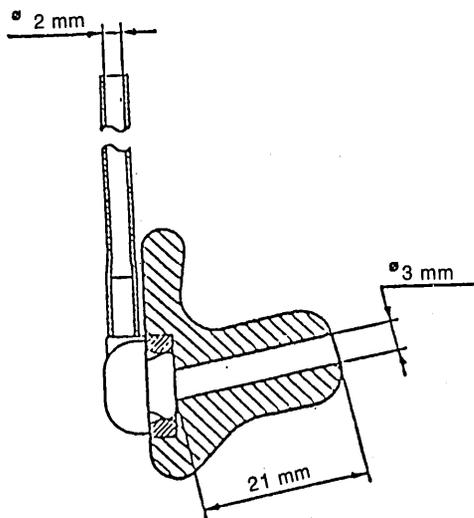


Fig. 9. Molde com adaptador e orifício de 3mm de diâmetro.

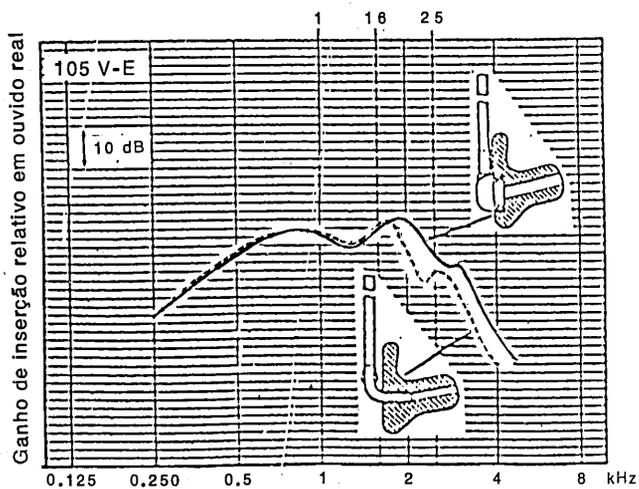


Fig. 10. Ganho de inserção em ouvido real de aparelho retroauricular normal com molde com adaptador e orifício de 3mm de diâmetro. (Referência: orifício de 2mm.)

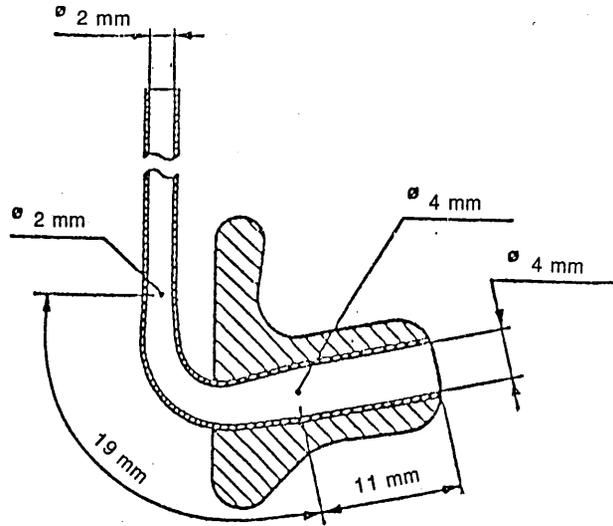


Fig. 11. Molde com Libby-horn.

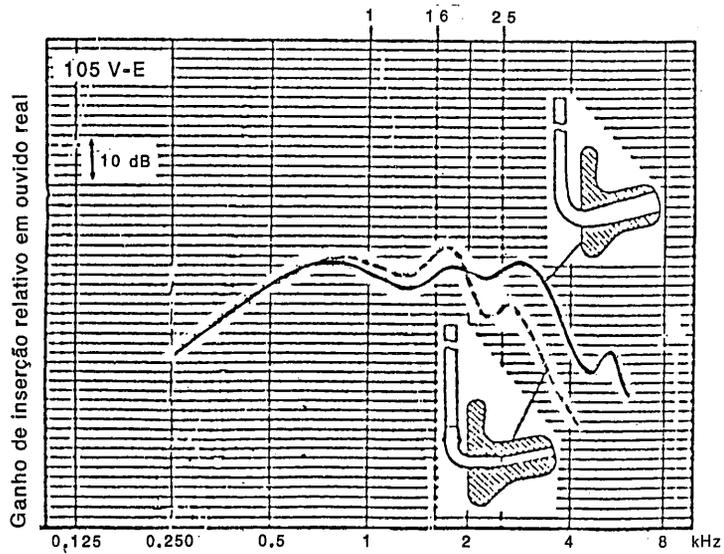


Fig. 12. Ganho de inserção em ouvido real de aparelho auditivo retroauricular tipo normal com Libby-horn. (Referência: orifício de 2mm.)

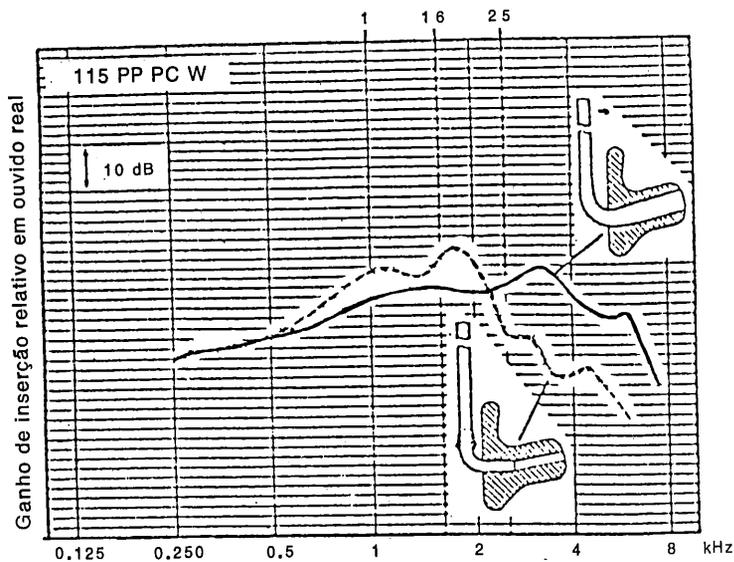


Fig. 13. Ganho de inserção em ouvido real de aparelho auditivo retroauricular de banda de frequências larga com molde com Libby-horn. (Referência: orifício de 2mm.)

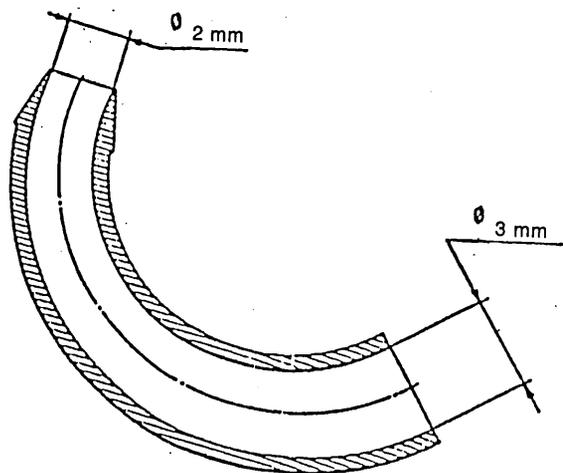


Fig. 14. O. Bakke-horn.

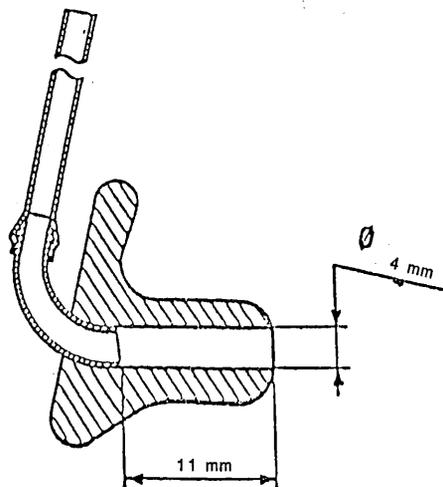


Fig. 15. Posição do Bakke-horn no molde.

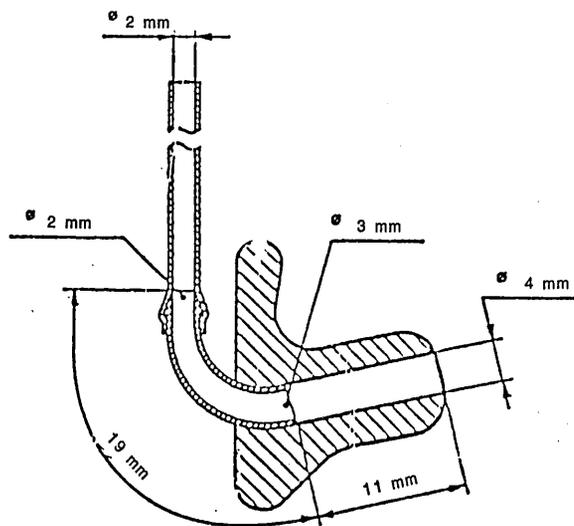


Fig. 16. Molde com Bakke-horn e orifício de 4mm de diâmetro.

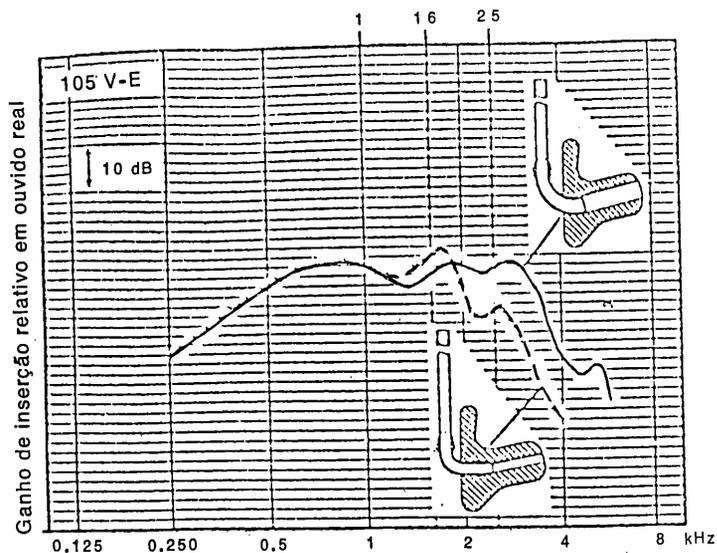


Fig. 17. Ganho de inserção em ouvido real de aparelho auditivo retroauricular normal com molde com Bakke-horn e orifício de 4mm de diâmetro. (Referência: orifício de 2mm.)

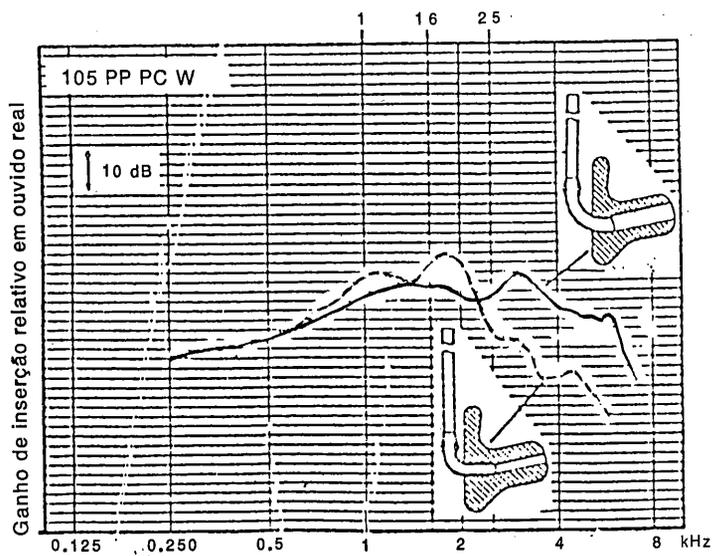


Fig. 18. Ganho de inserção em ouvido real de aparelho auditivo retroauricular de amplo espectro de freqüências com molde com Bakke-horn e orifício de 4mm. (Referência: orifício de 2mm de diâmetro).

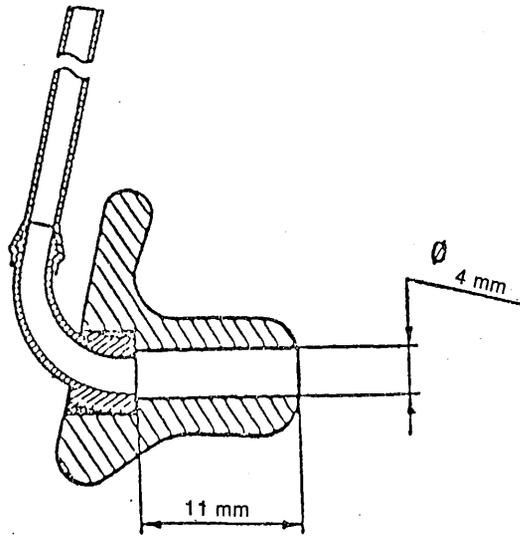


Fig. 19. Posição do Bakke-horn "S" no molde flexível.

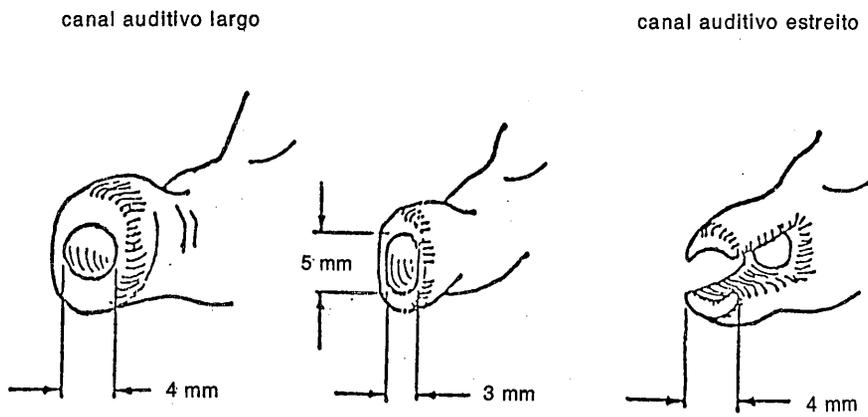


Fig. 20. Opções de orifícios largos em moldes (Knowles e Killion).

## Referências Bibliográficas

- AMENDMENT no. 1 (1973). To IEC Publication 118.
- ANSI Standard 53.5-1969: Methods for Calculation of the Articulation Index.
- ASA STD 7-1976 (ANSI 53.22-1976): Specification of Hearing Aid Characteristics.
- BERGENSTOFF, Hans. (1980). Acoustical Performance of Earmoulds, Survey on Published Investigations. Danavox Publication, 1975.
- \_\_\_\_\_ (1980). "In Situ" Measurements of Hearing Aids. Danavox Publication, 1977.
- \_\_\_\_\_ (1981). *Recent development in hearing aid design and fitting technique*. Danavox Publication.
- DALSGAARD, S.C. & DYRLUND JENSEN, O. (1976). Measurement of the insertion gain of hearing aids. *Journal of Audiological Technique*, 15(5).
- EARMOULDS and Associated Problems. Proceedings of the VII Danavox Symposium, 1975.
- IEC PUBLICATION 118 (1959). Recommended Methods for Measurement of Electro-Acoustical Characteristics of Hearing Aids.
- KILLION, Mead. (1979). Clifford: Design and Evaluation of High-Fidelity Hearing Aids. Dissertation, Northwestern University, Evenston, Illinois, USA.
- \_\_\_\_\_ (1981). Clifford: Earmold Options for Wideband Hearing Aids. *Journal of Speech and Hearing Disorders*.
- KNOWLES, H.S. & KILLION, M.C. (1978). Frequency Characteristics of Recent Broad Band Receivers. *Journal of Audiological Technique*, No. 3 & 4.
- LAURIDSEN, O. & BIRK NIELSEN, H. (1981). A new computerized method for hearing aid fitting based on measurements at the eardrum. *Scandinavian Audiology*, 2.
- LIBBY, E. Robert. (1981). Achieving a transparent, smooth, wideband hearing aid response. *Hearing Instruments*, vol. 32, no.10.
- MERTZ, Pamela (1982). Clinical application of inovative earmold coupling systems. *Audecibel*, 3.
- REAL EAR EVALUATION OF HEARING AID GAIN. (1981). *Acoustimed Technical Bulletin*. Think "Etymotic". Danavox Publication, 1980.

O autor agradece a ajuda prestada pela dra. Bjorg Pedersen, M. D., e S. Scott Nielsen, B. Sc., do departamento de Audiologia do Hospital Bispebjerg, Copenhagen, que também proporcionaram muitas discussões e sugestões valiosas. Agradece ainda a ajuda recebida do sr. Nils Bakke, Oslo, Noruega, que manufaturou moldes de grande precisão para esta pesquisa.