

Medidas de imitância acústica de banda larga em crianças com perda auditiva sensorial severa e profunda e diferentes achados timpanométricos

Introdução: A avaliação da integridade do sistema tímpano-ossicular é um pré-requisito para que o processo de diagnóstico audiológico infantil possa ser concluído com precisão, assim, muito têm se discutido em relação aos procedimentos utilizados na prática clínica para definir a presença ou ausência de problema condutivo. Nesse sentido, as medidas de imitância acústica de banda larga (MIA-BL) mostram-se como uma opção para o avanço na área. Assim, surgiu o interesse em ampliar os conhecimentos nessa área e trazer dados característicos das MIA-BL, englobando aquelas relacionadas à energia e também as direcionadas à impedância do sistema, tanto para o estímulo *chirp* quanto para o tom puro, afim de melhor determinar a utilização e aplicabilidade dos mesmos na rotina de avaliação.

Objetivo: caracterizar as medidas de imitância acústica de banda larga, com os estímulos tom puro e *chirp*, em crianças com perda auditiva sensorial de grau severo e profundo e diferentes achados timpanométricos.

Metodologia: Foram avaliadas 187 orelhas de 98 crianças, de ambos os gêneros, na faixa etária de seis a 60 meses de idade (média 26,5 meses, mediana 25 meses), todas com diagnóstico prévio de deficiência auditiva sensorial de grau severo ou profundo. Para análise comparativa dos diferentes achados timpanométricos, as orelhas incluídas no estudo foram divididas em grupos de acordo com a pressão e compliância obtidas na timpanometria convencional. Além disso, do total de 187 orelhas analisadas, 10 apresentaram ausência de pico de máxima compliância na timpanometria convencional e otoscopia evidenciando otite média serosa. Assim, como não foram obtidos valores de pressão e compliância para estas 10 orelhas optou-se por analisá-las à parte, constituindo um grupo experimental, o qual foi pareado com um grupo controle que incluiu 10 orelhas com otoscopia e resultados da timpanometria convencional dentro da normalidade. Para pareamento considerou-se a idade, gênero e lateralidade (orelha direita ou esquerda).

Como critérios de inclusão considerou-se a faixa etária de seis meses a 60 meses e a presença de membrana timpânica íntegra. Nos critérios de exclusão adotou-se otoscopia realizada pelo médico otorrinolaringologista evidenciando presença de cerúmen no meato acústico externo, membrana timpânica perfurada ou com tubo de ventilação locado.

As MIA-BL foram realizadas por meio do sistema de medidas do *Acoustics' Middle-Ear Power Analyzer* - MEPA, versão 5.0, utilizando os estímulos tom puro e *chirp*, com faixa de frequência de 211 a 6000 Hz. As medidas analisadas no presente estudo foram: Absorvância, Magnitude da admitância, Magnitude da impedância, Fase da impedância, Fase da reflectância e *Delay* da reflectância⁽¹⁾.

Análise: Os dados obtidos foram analisados por meio dos testes estatísticos Teste t de *Student* pareado, Análise de Variância (ANOVA), Teste Tukey e Correlação de *Pearson*,

sendo os valores de compliância e pressão obtidos na timpanometria convencional correlacionados às MIA-BL. Adotou-se nível de significância de 0,05.

Resultados: Os valores médios obtidos para cada uma das MIA-BL obtidos com o estímulo *chirp* estão representados nas figuras 1 e 2, tanto para os grupos subdivididos pela pressão quanto pela compliância.

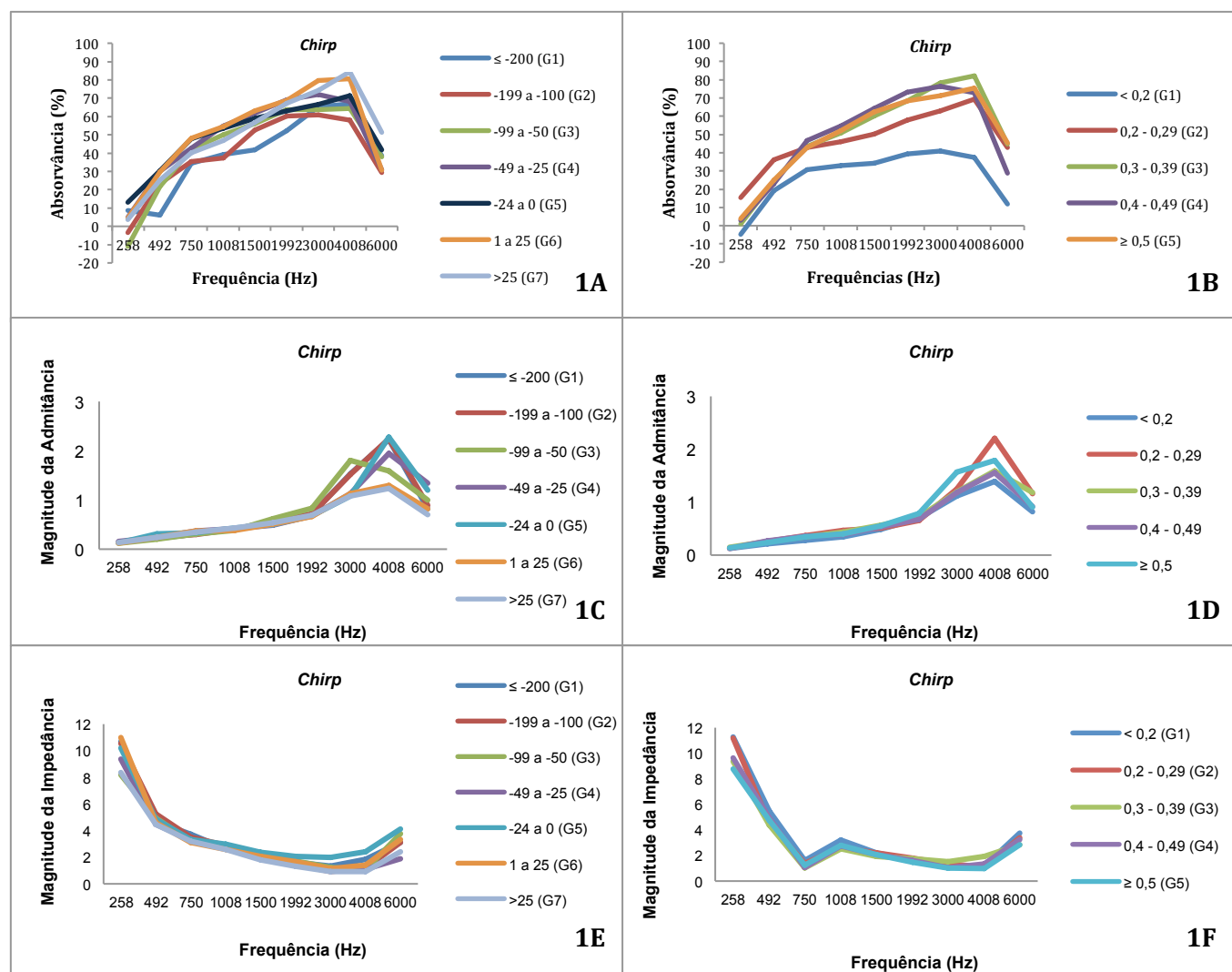


Figura 1. Média da absorvância (1A e 1B), magnitude da admitância (1C e 1D) e magnitude da impedância (1E e 1F) com estímulo *chirp*, por frequência, de acordo com os grupos subdivididos pela pressão (1A, 1C e 1E) e pela compliância (1B, 1D e 1F).

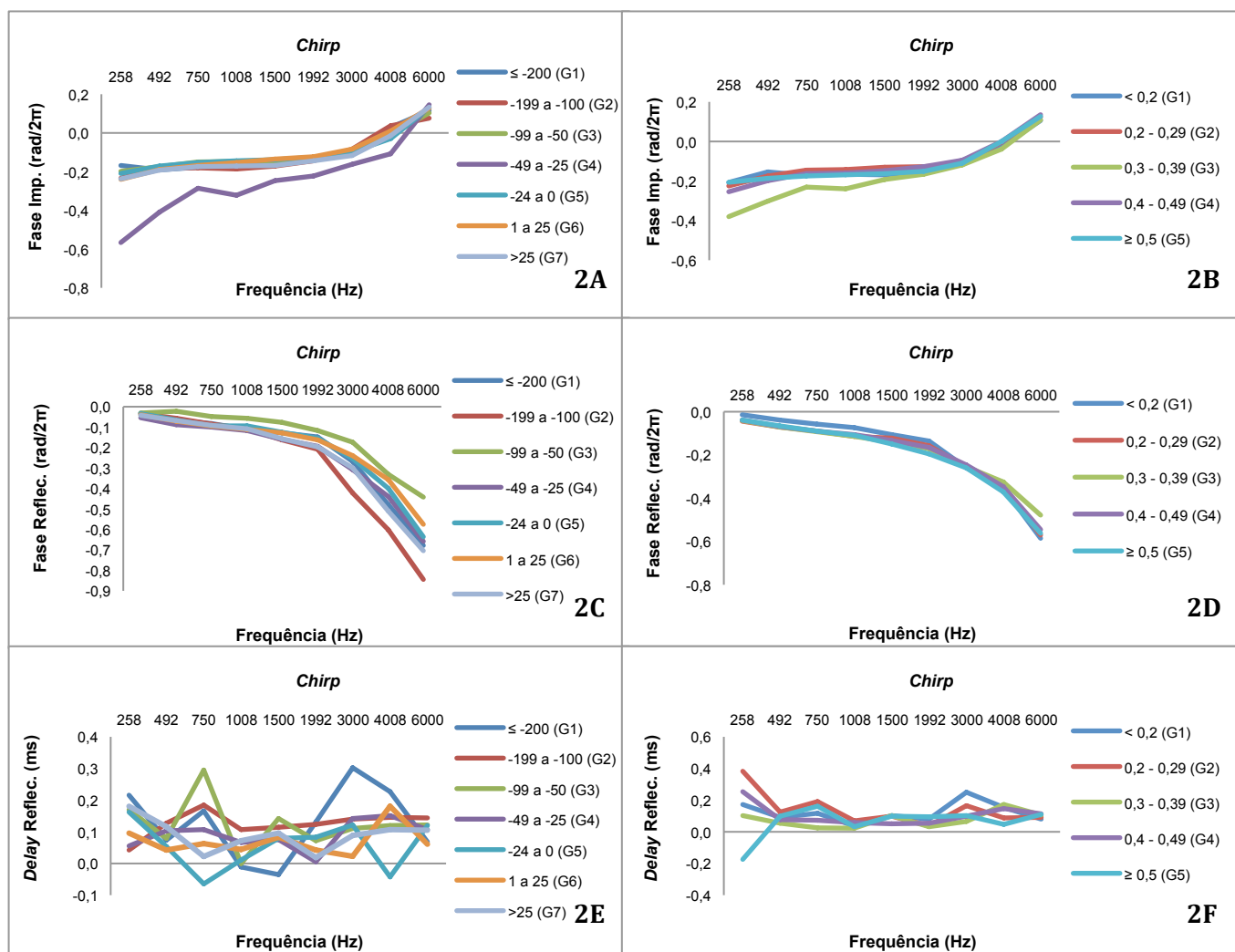


Figura 2. Média da fase da impedância (2A e 2B), fase da reflectância (2C e 2D) e delay da reflectância (2E e 2F) com estímulo *chirp*, por frequência, de acordo com os grupos subdivididos pela pressão (2A, 2C e 2E) e pela compliância (2B, 2D e 2F).

O percentual de energia absorvida, a magnitude da admitância e a magnitude da impedância se correlacionaram com a pressão e compliância obtidos na timpanometria convencional. Para a fase da impedância, evidenciou-se efeito para pressões equivalentes ou mais negativas que -100 daPa na faixa de 3609 a 4172 Hz e pressões positivas na faixa de 3539 a 3984 Hz. Em relação à fase da reflectância, verificou-se que a forma como a onda sonora se propaga no meato acústico externo varia de acordo com a frequência e com a pressão e volume da orelha externa. Assim, quanto mais negativa a pressão obtida na timpanometria convencional e menor o volume da orelha externa, têm-se menores valores de fase da reflectância. No que se refere aos valores médios do *delay* da reflectância obtidos, não foi observado um padrão de resposta para os diferentes grupos.

A comparação das MIA-BL para orelhas com otite média serosa associado à timpanometria sem pico de máxima compliância e para o grupo controle evidenciou que a absorvância, a magnitude da admitância e a fase da reflectância apresentaram potencial para diferenciar as condições de orelha média analisadas, com diferenças significantes entre os grupos.

A comparação entre os estímulos tom puro e *chirp* demonstrou diferença significativa em frequências baixas para a absorvância e magnitude da impedância, com maior reflexo da variação dos valores de compliância e pressão nos resultados obtidos com estímulo *chirp*.

Discussão: Os dados reportados no presente estudo são consistentes com resultados prévios que evidenciaram diferenças significantes ao comparar condições diversas de orelha média⁽²⁻³⁾. Todavia, os resultados apresentados adicionam importantes informações para compreensão de quais variações de compliância e pressão são capazes de refletir em modificações nas diferentes MIA-BL. Assim, caracterizou-se as MIA-BL para crianças com perda auditiva sensorial de grau severo e profundo e diferentes condições do sistema tímpano-ossicular.

Observou-se uma menor absorvância e magnitude da admitância para as frequências baixas (258 a 750 Hz), com aumento na faixa de frequência de 750 Hz a 4008 Hz), atingindo seu máximo entre 3000 e 4800 Hz; e posterior diminuição após a frequência de 4008 Hz. O comportamento oposto foi observado para a magnitude da impedância. Desta forma, os resultados são condizentes com os obtidos por Beers et al. (2010)⁽⁴⁾ que constataram que independentemente da condição da orelha média, o mínimo da reflectância ocorre em torno de 3400 Hz. Este achado pode estar relacionado com a frequência de ressonância da orelha externa, que na faixa etária de oito a 18 meses apresenta-se em 3672 Hz e diminui com o aumento da idade⁽⁵⁾, tendo portanto, maior amplificação do estímulo no meato acústico externo nesta região de frequência e, consequentemente, uma maior absorção da energia.

Tais medidas se correlacionaram com a pressão e compliância obtidos na timpanometria convencional, sendo que quanto mais negativa a pressão e menor a compliância, menores foram os valores de absorvância e admitância e maior a impedância do sistema. Resultados condizentes com estudos anteriores que haviam determinado o efeito de alterações de orelha média na medida da absorvância⁽⁶⁾ e da reflectância^(2,4,7), medidas inversas e correspondentes.

Em relação à fase da impedância, os resultados sugeriram que modificações de pressão tanto negativas quanto positivas podem interferir nesta medida. O comportamento observado sugere que a orelha de crianças na faixa etária de seis a 60 meses é dominada pela rigidez nas frequências graves, por resistência em torno de 3000 Hz e pelo fator massa à partir de 4008 Hz e ainda, que variações de pressão positivas ou negativas podem aumentar a impedância, mais especificamente a rigidez. No que se refere à fase da reflectância, foi possível notar que na frequência de 258 Hz o valor de fase da reflectância obtido para todos os grupos foi próximo a zero, e que com o aumento da frequência têm-se uma redução de fase, chegando a valores negativos próximos a $-0,8 \text{ radianos}/2\pi$ em 6000 Hz..

Para o *delay* da reflectância não foi observado um padrão de resposta, apresentando ampla variabilidade entre frequências e na literatura pesquisada não foram encontrados estudos que tenham analisado esta medida, sendo assim, é importante o desenvolvimento de estudos adicionais que forneçam informações sobre a mesma e verifiquem sua aplicabilidade clínica.

Na comparação entre grupos constatou-se que pressões negativas à partir de -100 daPa e compliâncias inferiores a 0,3 ml ocasionaram diferenças significantes nas MIA-BL, sendo possível estabelecer padrões de referência para a população estudada.

Os estímulos empregados na obtenção das medidas propiciam uma análise abrangente, uma vez que apresentam ampla resolução de frequência, principalmente o *chirp* com informações a cada 23 Hz. A análise comparativa dos estímulos tom puro e *chirp* demonstrou equivalência para a maioria das frequências analisadas demonstrando que ambos podem ser empregados para realização das MIA-BL, entretanto, na escolha do

estímulo a ser utilizado é importante considerar algumas características inerentes ao próprio estímulo e à sua aplicação⁽¹⁾.

Conclusão: As características das MIA-BL estão relacionadas à condição de orelha média, considerando os valores de pressão e complância e a frequência do estímulo teste, contudo a maior precisão em identificar estas modificações foram para a absorvância, magnitude da admitância, fase da impedância e fase da reflectância. A função de transferência acústica têm um padrão para a faixa etária estudada, com melhor transmissão da energia para as frequências médias e agudas. Evidenciou-se ainda que os estímulos tom puro e *chirp* apresentam semelhante padrão de resposta para as diversas medidas analisadas, contudo, o *chirp* mostrou identificar de forma mais evidente as modificações de orelha média relacionadas à pressão e complância.

Referências:

1. Mimosa Acoustics. Middle-Ear Power Analyzer Measurement: manual for HearID 5.0., 2011.
2. Nakajima, H.H., Pisano, D.V, Roosli, C.; et al. Comparison of ear-canal reflectance and umbo velocity in patients with conductive hearing loss: a preliminary study. *Ear and hearing*, 2012; 33(1):35–43.
3. Prieve, B.A., Vander Werff, K.R., Preston, J.L., Georgantas, L. Identification of conductive hearing loss in young infants using tympanometry and wideband reflectance. *Ear and hearing*, 2013; 34(2):168–78.
4. Beers, A.N., Shahnaz, N., Westerberg, B.D.; Kozak, F.K. Wideband reflectance in normal Caucasian and Chinese school-aged children and in children with otitis media with effusion. *Ear and hearing*, 2010; 31(2): 221–33.
5. Simonetti, P. Anatomy and physiology of the external ear: implications for hearing aid fitting in infants. *Pró-fono : revista de atualização científica*. 2004; 16(2):209–16.
6. Ellison, J.C., Gorga, M., Cohn, E., et al. Wideband acoustic transfer functions predict middle-ear effusion. *The Laryngoscope*. 2012; 122(4):887–94.
7. Keefe, D.H., Sanford, C.A., Ellison, J.C. et al. Wideband aural acoustic absorbance predicts conductive hearing loss in children. *International journal of audiology*. 2012; 51(12): 880–91.