

# LATÊNCIA DAS EMISSÕES OTOACÚSTICAS – PRODUTO DE DISTORÇÃO<sup>1</sup>

Alexandre Souza Gouvêa\*  
Eveline Camargo Lessa Sobrinho\*\*  
Juliana Xavier de Paula\*\*\*

## RESUMO

A medida da latência do produto de distorção das emissões otoacústicas é definida como o tempo que a energia acústica leva para alcançar o local gerador da emissão otoacústica na cóclea, através da interação não linear de dois tons puros aplicados simultaneamente e o retorno destes ao meato acústico externo. São escassos os trabalhos na área e não são encontrados critérios de normalidade para essas medidas. O trabalho consiste em um método descritivo, no qual foi utilizada uma pesquisa bibliográfica através de livros, revistas, artigos científicos e fontes eletrônicas.

**Palavras-chave:** Latência. Emissões Otoacústicas. Função Coclear.

## ABSTRACT

The measure of the latency of the product of distortion of the otoacoustic emissions is defined, as the time that the energy acoustics leads to reach the generating place of the otoacoustic emission in the cochlea, for the not linear interaction of two pure tones applied simultaneously and to return to the external acoustic meatus. Studies on this area are rare in the literature and no criteria of normality are found for these measurements. The work consists of a descriptive method, where a bibliographical research through books was used, scientific magazines, articles and electronic sources.

**Keywords:** Latency. Otoacoustic Emissions. Cochlear Function.

---

<sup>1</sup>Artigo baseado no Trabalho de Conclusão do Curso de graduação em Fonoaudiologia do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, 2006.

\*Graduado em Fonoaudiologia pelo Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora.

\*\*Professora do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, Mestre em Fonoaudiologia pela Universidade Veiga de Almeida (UVA).

\*\*\*Graduada em Fonoaudiologia pelo Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora. Psicopedagoga pela Universidade Castelo Branco & Iesde Brasil S.A. Rio de Janeiro.

## 1 INTRODUÇÃO

O estudo da audição e suas alterações oferecem um campo de aplicação muito vasto, compreendendo aspectos científicos, médicos e sociais. A medida da Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção é considerada uma ferramenta útil para analisar mudanças na maturação coclear, assim como os mecanismos cocleares, já que há uma relação entre a Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção e a Progressão da Onda Viajante.

O exame das Emissões Otoacústicas propiciam ao audiolologista clínico um importante instrumento para avaliação objetiva do Sistema Auditivo Periférico. As Emissões Otoacústicas são úteis, por exemplo, na diferenciação de distúrbios que atingem, por exemplo, a cóclea, constituindo-se, portanto, em um importante teste da bateria de exames audiológicos. Acredita-se, assim, que as respostas presentes podem estar relacionadas à integridade das células ciliadas externas.

No final da década de 70, uma técnica para detectar as Emissões Otoacústicas passou a ser pesquisada, utilizando como estímulo dois tons puros em frequências diferentes, apresentadas simultaneamente, obtendo-se, assim, respostas captadas no meato acústico externo, denominadas Emissões Otoacústicas Evocadas – Produto de Distorção (EOAPD), um teste de grande valia clínica, pois tem a capacidade de mapear a função das células ciliadas externas ao longo do Órgão de Corti, possibilitando a identificação do local onde elas se encontram lesadas.

A pesquisa da Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção é um exame recente, no qual respostas consistentes podem ser analisadas, sendo um consenso entre seus estudiosos seu valor relevante na investigação dos eventos fisiológicos da maturação coclear.

Este estudo pretende abordar a análise dos resultados da Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção para que, dessa forma, possa-se melhor compreender os mecanismos cocleares e sua maturação, sendo que a progressão da onda viajante pela membrana basilar depende das células ciliadas externas e se essa latência é determinada pela progressão da onda viajante. Então a medida da latência refletirá a função coclear.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As teorias que nos permitem entender as Emissões Otoacústicas datam dos trabalhos de Thomas Gold (1948), que publicou estudos sobre a função da cóclea, atribuindo-lhe um papel de amplificador mecânico. Suas idéias, muito avançadas para

a época, foram esquecidas. Trinta anos depois, essa linha de pesquisa foi retomada pelo Inglês David Kemp (1978), o qual demonstrou ser a cóclea capaz de produzir sons além de recebê-los. As Emissões Otoacústicas estavam presentes em todas as orelhas funcionalmente normais, deixando de ser detectadas, uma vez que os limiares tonais estiverem acima de 20 – 30 dB (apud SANTOS; DIAS; VALENTE et al. 2005).

Foi com estudos de Békésy (1960) que se tem hoje a compreensão no que diz respeito aos mecanismos que envolvem a função coclear. Através desse estudo é possível entender como o som consegue ser captado pela cóclea para posteriormente ser transformado em energia elétrica e enviado ao córtex (DELL'ARINGA; DELL'ARINGA; JUARES et al., 2006).

Parece certo que o amplificador coclear se baseia nas células ciliadas externas e que a fonte propulsora de energia metabólica utilizada pelo amplificador coclear seja, principalmente, o potencial endolinfático (LONSBURY-MARTIN; MARTIN; TELISCHI, 2001).

Atualmente considera-se que as Emissões Otoacústicas refletem a atividade de mecanismos biológicos ativos na cóclea. Existem evidências significantes de que a estrutura responsável por esses mecanismos sejam as células ciliadas externas. É comprovada a ausência das Emissões Otoacústicas quando as células ciliadas externas estão danificadas, o que apoia a hipótese de que elas são responsáveis pela geração das Emissões Otoacústicas (NORTON; STOVER, 1999).

De acordo com a teoria da transmissão da onda sonora na orelha – Ondas Viajantes de Von Békésy, o som, captado e conduzido pela orelha externa para o sistema tímpano-ossicular, provoca vibrações do estribo que, conectado à janela coclear, oscila a perilínfa na escala vestibular. O movimento para dentro e para fora determina a transmissão da vibração pela perilínfa, que se move em direção à rampa timpânica e ducto coclear, variando a pressão na janela do vestíbulo. Durante a transmissão das vibrações pela perilínfa, ocorrem deslocamentos simultâneos das membranas do ducto coclear, da membrana de Reissner e da membrana basilar. Assim, inicia-se uma onda de oscilação na base da membrana basilar, que se propaga em direção ao helicotrema até certa extensão do mesmo, dependendo da frequência sonora (AZEVEDO, 2003).

Como a membrana basilar é mais estreita na base junto ao estribo e vai se alargando na direção do ápice da cóclea, suas características físicas como elasticidade, rapidez e massa vão se alterando ao longo da membrana (OLIVEIRA, 2003).

As ondas viajantes, relatadas por Békésy, seriam a princípio as responsáveis pela excitação das células ciliadas externas localizadas no órgão de Corti. A teoria das ondas viajantes seria um movimento sinusoidal, formado a partir da vibração da membrana basilar e da membrana de Reissner, quando a orelha interna é estimulada. Essa onda

possui um ponto cuja amplitude de vibração é mais intensa, ocorrendo, portanto, maior estimulação das células sensoriais. A localização desse ponto varia de acordo com a frequência do estímulo apresentado, isto é, as frequências mais altas têm seu ponto de maior vibração na espira basal da cóclea, enquanto as frequências mais baixas têm seu ponto de vibração na espira apical (LOPES FILHO; CARLOS, 2005).

Oliveira (2003) relata que as células ciliadas externas não têm capacidade de atuar como receptor coclear, o que impossibilita a codificação da mensagem sonora. Têm capacidade de produzir dois tipos de contração, rápida e lenta, o que as torna efetores cocleares ativos devido à eletromotricidade, ou seja, por suas propriedades biomecânicas, essas células tornam-se responsáveis pelas Emissões Otoacústicas devido à energia mecânica liberada durante sua contração rápida.

O autor acima afirma que as células ciliadas externas tornam a cóclea um verdadeiro amplificador mecânico, aumentando em até 50dB a intensidade de um estímulo devido ao aumento na amplitude de vibração da membrana basilar, permitindo maior estimulação das células ciliadas internas.

De acordo com Lonsbury-Martin, Martin e Telischi (2001), as condições específicas durante a realização do registro das Emissões Otoacústicas (EOA) dependem do estímulo empregado. Assim, existem duas categorias de EOA: as Emissões Otoacústicas Espontâneas ocorrem na ausência de estímulo acústico, e as Emissões Otoacústicas Evocadas, que são eliciadas a partir de um estímulo que pode ser um breve click – dando origem às Emissões Otoacústicas Transientes ou um estímulo de dois tons puros apresentados simultaneamente – Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção.

Ao registrar as Emissões Otoacústicas, é importante lembrar que o som usado como estímulo evocador, atravessa o meato acústico externo e orelha média antes de chegar à cóclea, e as emissões, para serem captadas, também passam por essas estruturas. No entanto, alterações de orelha externa e média perturbam ou anulam a possibilidade de captação das Emissões Otoacústicas (MUNHOZ; SILVA; FRAZZA et al., 2000).

É recomendado que a testagem das Emissões Otoacústicas seja complementada com a realização da timpanometria, considerada um prerequisite para o exame, já que uma alteração de orelha externa e média poderá diminuir ou até abolir a ocorrência de Emissões Otoacústicas (TIRADENTES; COUBE; COSTA FILHO, 2002).

O exame das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção (EOAPD) pode ser definido como a energia acústica gerada dentro da cóclea pela interação não-linear de dois tons puros (F1 e F2) aplicados simultaneamente. Como resposta à estimulação bitonal, o componente usado clinicamente resulta em um produto de distorção é 2F1-F2 (diferença cúbica tonal) e permite a avaliação da função coclear por faixa de frequência (CAMPOS; CARVALLO, 2005).

As respostas das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção são geradas por meio de tone bursts, tom principal, formados pela apresentação de duas senóides em dois receptores independentes. Os dois sinais, F1 e F2, são misturados acusticamente no meato acústico externo (LONSBURY-MARTIN; MARTIN; TELISCHI, 2001).

Diversos estudos apresentam diferentes valores satisfatórios, a fim de registrar respostas que se encontram entre (5 a 15 dBNPS) acima do nível de ruído. Afirma-se que, utilizando a intensidade de 70dBNPS para ambos os tons estimuladores, obtêm-se respostas concretas, proporcionando um excelente desempenho do teste (AZEVEDO, 2003).

Com as Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção é possível analisar os seguintes parâmetros: Audiococleograma, a representação gráfica das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção obtidas em diversas frequências F1/F2, porém em intensidades fixas. Curva de Crescimento (input/output), a representação gráfica das respostas em uma determinada relação F1/F2, porém decrescendo o nível de intensidade do estímulo, e por último o Latenciograma, correspondente ao cálculo da latência das emissões, que decrescem com o aumento da frequência pela disposição das frequências na cóclea (tonotopia) (AZEVEDO; CARVALLO, 2005).

Os autores acima mencionam que a Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção é o intervalo de tempo que o estímulo acústico leva para alcançar o local gerador da emissão otoacústica na cóclea, ser analisado e retornar ao meato acústico externo para ser captado, já que há uma relação entre a Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção e a onda viajante coclear.

Azevedo (2003) indica que as latências variam em função da frequência sonora apresentada, baseando-se na hipótese de que a latência seja determinada pela progressão da onda viajante, relacionando com a teoria da seletividade coclear de frequência. Ou seja, quanto mais alta a frequência, menor a latência, pois os sons de alta frequência produzem picos de vibração da membrana basilar próximo à base da cóclea, enquanto os sons de baixa frequência produzem picos mais próximos ao ápice.

Essas propriedades da membrana basilar são determinadas principalmente pelas características físicas da cóclea que, na base, é mais fina e rígida, o que é propício à vibração com sons de alta frequência, enquanto que, no ápice, é mais espessa e flácida, facilitando a vibração em frequências mais baixas (KURC, 1999).

Devido a essas características próprias da cóclea, os sons de baixa frequência devem percorrer um caminho maior até seu ponto de máxima vibração e, por isso, apresentar uma maior latência (AZEVEDO, 2003).

Azevedo e Carvalho (2003) relatam que o período de vida após o nascimento de bebês a termo não tem sido estudado de um ponto de vista morfológico e funcional. Esse é um período interessante que corresponde ao início das funções das células

ciliadas externas e suas modificações, envolvendo limiares, amplitude e latência.

Acredita-se que o desenvolvimento histológico da cóclea se completa do 6º ao 8º mês de gestação. Na 10ª semana de gestação, ocorre um importante desenvolvimento do órgão de Corti, quando as células ciliadas diferem-se em externas e internas. As células ciliadas internas (CCI) maturam antes das células ciliadas externas (CCE). Ao final da maturação, as células ciliadas externas apresentam propriedades mais ligadas aos micromecanismos cocleares. (AZEVEDO; CARVALHO, 2003).

Em pesquisa realizada por Brown (1994 apud AZEVEDO; CARVALLO, 2005), ao analisar a Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção em adultos e neonatos com audição normal, observaram-se diferenças estatisticamente significantes nas frequências médias, sendo a latência dos adultos maiores que a latência dos neonatos, acreditando que a Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção pode estar ligada ao princípio de mudança de local, shifting place e devido também ao tempo de formação do filtro coclear.

Smurynsky (1993 apud AZEVEDO; CARVALLO, 2003), realizou o estudo da latência em prematuros, recém-nascidos a termo e adultos, cujos resultados mostraram uma maior latência nos neonatos em comparação com os adultos para as frequências de 2 a 4 khz e a diminuição da latência de acordo com a idade foi explicada pelas mudanças maturacionais da orelha externa, média e interna.

Outra controvérsia existente está relacionada à influência ou não da idade sobre as Emissões Otoacústicas, provavelmente devido às alterações da biomecânica coclear e/ou perda das células ciliadas externas, observadas ao longo da vida (MENEZES et al., 2002).

A diferença entre gêneros foi relatada em estudos, demonstrando que os indivíduos do gênero feminino apresentam valores de latência menores, cujas diferenças são atribuídas ao tamanho da cóclea de acordo com o gênero. Estudos têm demonstrado que as divergências são atribuídas às diferenças na média do comprimento da cóclea, sendo o tamanho da cóclea de um homem adulto 13% mais longa que a cóclea de uma mulher (AZEVEDO; CARVALLO, 2003).

Abissamra (2001 apud AZEVEDO, 2003) estudou os valores da Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção em 30 indivíduos portadores de perda auditiva profunda unilateral, procurando verificar se haveria diferença na função coclear das orelhas normais desses indivíduos, quando comparados a ouvintes normais bilateralmente. Observaram-se latências maiores nas orelhas normais de portadores de perdas auditivas profundas unilaterais que nos bilateralmente normais, sugerindo maior nível de atividade coclear nessas orelhas.

Campos e Carvallo (2005) estudaram que a Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção pode ser medida em duas unidades: milissegundos (ms)

e número de ondas ( $w$ ). O número de ondas expressa a latência em função do comprimento de sua onda. Em todas as comparações realizadas entre as orelhas, não foi encontrada nenhuma diferença estatisticamente significativa, em nenhuma frequência (em MS e W), sendo desconsiderado o efeito de orelha.

Azevedo e Carvalho (2003) relatam que a medida da Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção não é muito conhecida e existem poucos estudos sobre sua utilização na prática clínica, porém evidências demonstram que seu estudo pode ser útil na análise da maturação coclear, já que latência é determinada pela progressão da onda viajante.

### 3 CONCLUSÃO

Com base nos achados da literatura descritos neste trabalho, conclui-se que, nos últimos anos, tem se observado um grande avanço tecnológico na área da audiologia, tornando os procedimentos de avaliação cada vez mais precisos para o diagnóstico da deficiência auditiva.

O exame responsável pelo registro da Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção é uma pesquisa funcional, ela pode confirmar que a latência é determinada pela progressão da onda viajante, com base em estudos anatômicos no que se refere à tonotopia da cóclea.

Estudos sobre a Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção, aos poucos, têm possibilitado verificar uma diminuição da latência com aumento da frequência sonora testada. São observadas diferenças estatisticamente significantes da latência entre adultos e neonatos com audição normal, latência em relação ao gênero masculino e feminino e diferenças entre indivíduos portadores de perda auditiva profunda unilateral e os ouvintes bilateralmente normais.

Graças a estudos recentes que diferem valores de latência para adultos e neonatos, existe a possibilidade da aplicação da Latência das Emissões Otoacústicas – Produto de Distorção na pesquisa e compreensão dos micromecanismos cocleares e sua maturação.

Apesar da escassez em pesquisas e utilização na prática clínica, a cada ano há aumento de trabalhos nessa área, proporcionando a coleta de dados importantes, a fim de verificar a possibilidade e padronização de respostas no intuito de tornar relevante o diagnóstico desse exame.

**Artigo recebido em: 11/09/2008**  
**Aceito para publicação: 20/10/2008**

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. F. Emissões otoacústicas. In: FIGUEIREDO, M. S. **Conhecimentos essenciais para entender bem emissões otoacústicas e BERA**. São José dos Campos: Pulso, 2003. p. 35-83.

AZEVEDO, R. F.; CARVALLO, R. Medidas da latência das emissões otoacústicas – produto de distorção em neonatos. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 69, n. 5, set./out. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-72992003000500015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-72992003000500015)>. Acesso em: 18 abr. 2005.

CAMPOS, V. P.; CARVALLO, R. M. M. Latência das EOAPD em milissegundos e números de ondas. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 71, n. 6, p. 784 – 790, nov./dez. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-72992005000600016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-72992005000600016&script=sci_arttext)>. Acesso em: 04 jun. 2006.

DELL'ARINGA, A. R.; DELL'ARINGA, A. H. B.; JUARES, A. J. C. et al. Emissões otoacústicas por produto de distorção em crianças de 2 a 7 anos. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, Barueri, v. 19, n. 2, abr./jun. 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-56872007000200008&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-56872007000200008&script=sci_arttext)>. Acesso em: 27 jun. 2006.

KURC, MAURÍCIO. O amplificador coclear. **Arquivo fundação otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 83 – 92, abr./jun. 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-72992002000100004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-72992002000100004&script=sci_arttext)>. Acesso em 14 jul 2006.

LONSBURY-MARTIN, B. L.; MARTIN, G. K.; TELISCHI, F. F. Emissões otoacústicas na prática clínica. In: MUSIEK, F. E.; RINTELMANN, W. F. **Perspectivas atuais em avaliação auditiva audiologia**. São Paulo: Manole, 2001. p. 163-187.

LOPES FILHO, O.; CARLOS, R. S. Emissões otoacústicas. In: LOPES FILHO, O. **Tratado de fonoaudiologia**. São Paulo: Tecmedd, 2005. p. 222-237.

MENEZES, P. L. et al. Emissões otoacústicas produto de distorção: um estudo da função coclear. **Jornal Brasileiro de Fonoaudiologia**, Curitiba, v. 3, n. 11, p. 104 - 107, abr./jun. 2002.

MUNHOZ, M. S.; SILVA, M. L. G.; FRAZZA, M. M. et al. Otoemissões acústicas. In: MUNHOZ, M. S.; CAOVILO, H. H.; SILVA, M. L. G. et al. **Audiologia clínica**. São Paulo; Atheneu, 2000.

NORTON, Susan J.; STOVER, Lisa J. Emissões otoacústicas: um novo instrumento



clínico. In: KATZ, Jack. **Tratado de audiologia clínica**. São Paulo: Manole, 1999.

OLIVEIRA, J. A. A. Fisiologia da audição: cóclea ativa. In: FIGUEIREDO, M. S. **Conhecimentos essenciais para entender bem emissões otoacústicas e BERA**. São José dos Campos: Pulso, 2003. p. 11-34.

SANTOS, T. M.; DIAS, A. M.; VALENTE, C. H. B.; BRASIL, L. A. Métodos objetivos de avaliação da audição. In: RUSSO, Lêda C. P.; SANTOS, T. M. M. **A prática da audiologia clínica**. São Paulo: Cortez, 2005. p. 159-171.

TIRADENTES, J. B.; COUBE, C. Z. V.; COSTA FILHO, O. A. C. Estudo do padrão das curvas de crescimento ( $d_p$  growth rate) das emissões otoacústicas produto de distorção em indivíduos com audição normal. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v. 68, n. 1, maio 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.com.br>>. Acesso em: 27 jun. 2006.