

## Exposição ao ruído ocupacional: alterações no exame de emissões otoacústicas

## Exposure to occupational noise: otoacoustic emissions test alterations

Frederico Prudente Marques<sup>1</sup>, Everardo Andrade da Costa<sup>2</sup>

Palavras-chave: emissões otoacústicas, perda auditiva, ruído ocupacional.

Keywords: otoacoustics emissions, hearing loss, occupational noise.

### Resumo / Summary

A exposição ao ruído ocupacional pode provocar lesões em nível da orelha interna, sendo que o registro das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) é capaz de identificar alterações auditivas iniciais relacionadas a tais lesões, auxiliando no diagnóstico precoce da PAIRO. **Objetivos:** Avaliar as EOAPD como método de diagnóstico de alterações fisiopatológicas iniciais provocadas por exposição ao ruído ocupacional. **Forma de Estudo:** Transversal. **Métodos:** Foram avaliados 74 trabalhadores do sexo masculino, lotados no Campus Universitário da Universidade de São Paulo na capital, divididos em dois grupos pareados por idade e com exame de audiometria tonal dentro de limites aceitáveis: 37 indivíduos expostos ao ruído ocupacional e 37 não-expostos. **Resultados:** A estimativa do risco (Odds Ratio) de ausência de resposta no registro das EOAPD foi 12 vezes maior para o grupo de expostos ao ruído ocupacional (IC 95% 3,1 - 45,9), nas frequências de 3, 4 e 6 kHz agrupadas. **Conclusões:** Os resultados sugerem que a exposição ao ruído ocupacional pode provocar alterações nos registros das EOAPD, mesmo em indivíduos com exame de audiometria tonal dentro de limites aceitáveis, indicando que este exame pode ser importante como método de diagnóstico precoce da PAIRO.

Exposure to occupational noise may cause injuries to the inner ear, and the distortion product otoacoustic emissions (DPOAE) may identify initial auditory alterations, thus assisting NIHL early diagnosis. **Aim:** The goal of this study was to evaluate DPOAE as a method to diagnose early physiopathological alterations caused by occupational noise exposure. **Study Design:** Transversal. **Methods:** 74 workers of the University of São Paulo, in the capital city of the State, participated in this investigation. They were divided in two age-matched groups and with tonal audiometric values within the acceptable limits: 37 were exposed to occupational noise and 37 were not exposed. **Results:** Risk estimates (Odds Ratio) of absent DPOAE was 12 fold higher for the group exposed to occupational noise (CI 95% 3.1 - 45.9), in the frequencies of 3, 4 and 6 kHz. **Conclusions:** DPOAE may be useful in the identification of physiopathological hearing alterations caused by exposure to occupational noise, even in individuals with tonal audiometric responses within acceptable limits.

<sup>1</sup> Mestre em Saúde Pública, Médico ORL do Hospital CEMEP.

<sup>2</sup> Doutor em Saúde Coletiva - UNICAMP Mestre em Distúrbios da Comunicação - PUC-SP, Médico especialista em Otorrinolaringologia, Professor no Departamento de Medicina Preventiva e Social - UNICAMP.

Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Endereço para correspondência: Frederico Prudente Marques - Rua 1A nº 30 apto. 402 setor aeroporto Goiânia GO 74075-055.

E-mail: fpm@usp.br

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da RBORL em 3 de outubro de 2005.

Artigo aceito em 4 de maio de 2006.

---

## INTRODUÇÃO

---

A exposição ao ruído, ou níveis elevados de pressão sonora, é a principal causa, sujeita à prevenção, de perda auditiva sensorio-neural em indivíduos adultos<sup>1</sup>. Investigar tal exposição e suas conseqüências para a audição tem sido uma preocupação constante no campo da saúde pública, envolvendo crescentes estudos para melhor entender e delimitar a ocorrência da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional (PAIRO)<sup>2,3,4</sup>.

A exposição ao ruído é um risco à saúde dos trabalhadores que pode perturbar o trabalho, o descanso, o sono e a comunicação dos seres humanos. A PAIRO é uma doença insidiosa, crescendo ao longo dos anos, apresentando relação direta com a intensidade, tempo de exposição e a susceptibilidade individual do trabalhador ao ruído<sup>2</sup>.

O exame de audiometria tonal liminar por via aérea é um método universalmente adotado para o diagnóstico da PAIRO, mas, de acordo com Costa<sup>5</sup>, este não é o melhor meio de avaliação dos distúrbios produzidos pelo ruído, pois testa a capacidade do indivíduo de ouvir um tom puro e em condições diferentes de seu cotidiano. Glorig<sup>4</sup> relata que as lesões iniciais ao sistema auditivo não são detectadas pela audiometria, sendo diagnosticadas somente após existirem danos irreversíveis.

A possibilidade da utilização de métodos alternativos para a detecção de alterações auditivas provocadas pela exposição aos níveis de pressão sonora elevados é extremamente importante, visto que a interpretação dos resultados dos testes audiométricos pode influir diretamente na vida profissional do trabalhador. Além disso, é importante para o profissional de saúde detectar precocemente os primeiros sinais de lesão e, por não ser necessariamente um especialista, ele necessita de um método simples e eficiente.

O exame de Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) tem sido estudado por revelar alterações auditivas precoces provocadas pela exposição ao ruído<sup>6,7</sup>, podendo auxiliar o médico do trabalho nas avaliações de trabalhadores expostos a este risco.

As Emissões Otoacústicas por Produtos de distorção são evocadas por um estímulo sonoro bitonal. Durante o exame, dois tons puros provocam no sistema auditivo todo o processo ativo de discriminação de frequências sonoras. Os produtos de distorção são obtidos como o resultado da energia vibratória, gerado em nível da cóclea, que pode ser medida por meio de um microfone acoplado à orelha do indivíduo testado<sup>8</sup>.

Fiorini<sup>9</sup> refere que, na vigilância epidemiológica de alterações auditivas decorrentes de exposição ao ruído, o teste de emissões otoacústicas permite obter informações clínicas importantes e complementares as da audiometria.

Desse modo, o estudo das EOAPD, como exame que possa identificar distúrbios auditivos iniciais, contribui para o diagnóstico da PAIRO e para a prevenção da evolução destas perdas auditivas.

O objetivo do presente estudo é investigar a capacidade do exame de EOAPD em identificar alterações auditivas precoces relacionadas à exposição ao ruído ocupacional, mesmo quando o exame de audiometria tonal mostra-se normal.

---

## MATERIAL E MÉTODO

---

Foi realizado um estudo transversal, no qual foram incluídos dois grupos de indivíduos, expostos e não-expostos ao ruído ocupacional, com limiares tonais dentro de limites aceitáveis, avaliados por meio dos registros das emissões otoacústicas por produtos de distorção.

Participaram como sujeitos da pesquisa funcionários da Universidade de São Paulo, lotados no campus universitário da capital.

Foram utilizados dados secundários das medições dos níveis de pressão sonora realizadas em diferentes unidades do campus da capital da Universidade de São Paulo: Instituto de Física, Prefeitura da Cidade Universitária, Escola Politécnica, Coordenadoria de Comunicação Social, Conjunto Residencial da Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Instituto de Engenharia Eletrônica, Escola de Comunicação e Artes. Tal análise permitiu agrupar os locais onde havia ruído ambiental acima dos limites de tolerância estabelecidos por lei<sup>10</sup> e, conseqüentemente, risco para a audição dos trabalhadores - ruído ambiental que determinava exposição durante jornada diária de trabalho de 8 horas, numa intensidade acima de 85 dB (A).

Foram analisados os exames realizados entre abril de 2001 e março de 2002 (período de 12 meses), num total de 263, a fim de se encontrar os exames daqueles funcionários que trabalhavam, há pelo menos um ano, em ambientes que apresentavam níveis de pressão sonora acima dos limites de tolerância definidos na legislação brasileira.

Selecionaram-se também, dentre os expostos, aqueles com resultados do exame de audiometria tonal dentro dos limites aceitáveis, de acordo com a Portaria nº19 do Ministério do Trabalho e Emprego<sup>11</sup>, ou seja, até 25 dB NA em todas as frequências, de 250 a 8.000 Hz.

Confrontando-se os resultados da audiometria tonal e a exposição ao ruído em ambiente de trabalho, chegou-se a um número de 50 trabalhadores. Destes, um total de 13 trabalhadores não puderam ser submetidos ao exame de otoemissões: 6 recusaram-se a participar da pesquisa e 7 não eram mais funcionários da Universidade de São Paulo. Formaram, então, o Grupo I, 37 trabalhadores.

Quanto ao sexo, inicialmente havia indivíduos do sexo feminino elegíveis para compor o Grupo I, sendo

todos telefonistas. Não foi tecnicamente possível determinar os níveis de pressão sonora a que estes indivíduos estariam expostos. Nenhum trabalho científico conclusivo em relação ao tema foi encontrado. Assim, os grupos de expostos e não expostos ao ruído foram formados apenas com indivíduos do sexo masculino.

A formação de um grupo de referência (GRUPO II), para comparação dos testes de Emissões Otoacústicas com o Grupo I, contou com trabalhadores da mesma instituição que não fossem expostos ao ruído ocupacional na atual função ou em ocupações pregressas.

Conhecendo-se a composição do grupo de expostos foi possível estabelecer os limites de idade e divisão por faixas etárias, mantendo-se, durante a convocação do Grupo II, uma proporção semelhante de indivíduos em cada faixa etária.

Dentre todas as pessoas selecionadas e contatadas para inclusão neste grupo, 6 indivíduos recusaram-se a participar e 5 tiveram exames de audiometria alterados. A cada recusa, ou falha na audiometria, um outro indivíduo era sorteado para a substituição, sendo que a faixa etária era previamente selecionada para se continuar o processo de emparelhamento. Assim sendo, 37 indivíduos compuseram o Grupo II.

Os exames foram realizados com repouso acústico de, pelo menos, 14 horas, para os sujeitos expostos ao ruído ocupacional.

A audiometria tonal foi realizada utilizando-se audiômetro da marca Madsen, modelo OB-88.

As EOAPD foram registradas através de um analisador de emissões otoacústicas da Bio-logic Systems Corporation, programa Scout Sport (Distortion Product Otoacoustic Emissions Measurement System - version 1.54).

Os critérios técnicos para o cálculo da dose de ruído utilizados neste estudo<sup>12</sup> são concordantes com aqueles do Ministério do Trabalho e Emprego<sup>3</sup>.

## RESULTADOS

A Tabela 1 mostra que 58,1% dos trabalhadores que exerciam sua função em ambientes com ruído acima dos

**Tabela 1.** Distribuição dos indivíduos avaliados através da Audiometria tonal quanto à exposição ao ruído ocupacional e resultado do exame audiométrico, Campus da capital - USP, 2002.

Exposição ao ruído Ocupacional	Audiometria tonal dentro de limites aceitáveis** n % (IC*)	Audiometria tonal alterada n % (IC*)	Total n %
Exposição dentro dos limites de tolerância***	142 80,2 (73,9-85,6)	35 19,8 (14,3-26,0)	177 100,0
Exposição acima dos limites de tolerância	50 58,1 (47,6-68,1)	36 41,9 (31,8-52,3)	86 100,0
Total	192 73,0 (67,4-78,1)	71 27,0 (21,8-32,5)	263 100,0

\*Intervalo de Confiança de 95%.

\*\*Audiometria tonal aceitável baseada na Portaria nº 19 do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1998).

\*\*\*Limites de tolerância baseados na NR nº 15 (BRASIL, 1978).

limites de tolerância tinham exame de audiometria dentro de limites aceitáveis.

As respostas das EOAPD foram consideradas para cada indivíduo dos grupos I e II nas frequências de 3.000, 4.000 e 6.000Hz (Tabela 2), por ser nesta faixa de frequência que ocorrem as alterações precoces relacionadas a PAIRO.

**Tabela 2.** Odds Ratio (OR) da ausência de respostas nas Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD), em 3, 4 e 6kHz, nos grupos de expostos e não-expostos ao ruído ocupacional; Campus da capital - USP, 2002.

Grupos	3, 4 e 6 KHz		OR	IC - 95%**
	EOAPD	EOAPD		
	Ausente	Presente		
Expostos ao ruído* ocupacional n=37	19	18	1	
Não expostos ao ruído ocupacional n=37	3	34	12,0	3,1 - 45,9

\*Exposição baseada nos Limites de tolerância da NR nº 15 (BRASIL 1978).

\*\*Intervalo de confiança de 95%.

**Tabela 3.** Número e percentual dos resultados nos registros das Emissões Otoacústicas por Produtos de Distorção (EOAPD) em relação à dose de ruído calculada, para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, campus da capital - USP, 2002.

Dose de Ruído*	EOAPD		Total n %
	Presente n %	Ausente n %	
De 1 a 1,5	15 62,5	9 37,5	24 100,0
Maior que 1,5	3 23,0	10 77,0	13 100,0
Total	18 48,6	19 51,4	37 100,0

\*Dose de Ruído = C1 + C2 + ... = Ci, onde:

T1 T2 Ti

Ci é o tempo total diário, em minutos, no qual o trabalhador fica exposto ao nível de pressão sonora correspondente a iésima situação acústica; Ti é o tempo máximo de exposição diária, em minutos, permissível ao nível correspondente a iésima situação acústica (FUNDACENTRO 1985).

Teste Exato de Fisher, p = 0,038.

O Odds Ratio igual a 12, como uma estimativa do risco de se apresentar ausência de respostas nas EOAPD devido à exposição ao ruído ocupacional, foi estatisticamente significativa (IC 95% = 3,1-45,9).

A prevalência da ausência de resposta no registro das EOAPD (Tabela 3) foi maior para aqueles trabalhadores com dose de ruído superior a 1,5 (77%) que para aqueles com dose entre 1 e 1,5 (37,5%).

A associação entre o resultado do registro das EOAPD e a dose de ruído calculada foi estatisticamente significativa ( $p = 0,038$ ).

---

## DISCUSSÃO

---

Os resultados desta pesquisa sugerem que existe uma associação entre uma resposta ausente nas EOAPD para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional em relação aos não expostos, justamente naquela faixa de frequências onde ocorrem as lesões auditivas iniciais, como mostram outros estudos<sup>7,13</sup>.

Oliveira et al.<sup>14</sup> sugerem a utilidade do registro das emissões otoacústicas evocadas, especialmente das EOAPD, na identificação precoce das alterações cocleares que precederiam a instalação da PAIRO.

Para Fukuda<sup>15</sup> as EOAPD são acometidas em frequências altas nos indivíduos expostos ao ruído e conforme o limiar auditivo do indivíduo, verificado pela audiometria, aumenta, a amplitude dos produtos de distorção diminui. O registro das EOAPD seria auxiliar no diagnóstico da PAIRO e importante no seu acompanhamento.

A prevalência encontrada (41,9%) para qualquer alteração na audiometria tonal, entre os expostos ao ruído ocupacional, foi semelhante à de 40,4% ocorrida no estudo de Corrêa Filho et al.<sup>3</sup>.

Quanto aos indivíduos com resultados da audiometria dentro dos limites aceitáveis, entre os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, houve uma prevalência maior que em outros estudos. Fiorini<sup>9</sup> obteve 45,3% de indivíduos expostos ao ruído ocupacional com exames de audiometria considerados normais. No entanto, a autora utilizou critério mais rigoroso para a classificação dos exames como não alterados.

No presente estudo os indivíduos classificados como apresentando audiometria tonal alterada englobaram tanto casos sugestivos de PAIRO quanto de outras alterações.

O cálculo da dose de ruído foi realizado considerando as características da instituição pesquisada. Não sendo verdadeiramente uma empresa ou fábrica, onde a produção se faz de maneira contínua, houve a preocupação em avaliar, além do ambiente de trabalho através dos níveis de pressão sonora, a exposição intermitente de cada indivíduo em seu local de trabalho.

Ao se utilizar o método de cálculo da dose do ruído para a presente pesquisa arcou-se com o ônus de uma medida mais imprecisa da exposição, em comparação ao uso

do dosímetro. No entanto, sendo que os níveis de pressão sonora dos ambientes onde cada trabalhador atuava eram conhecidos e que se obteve dados da entrevista individual para se avaliar as características próprias de cada função exercida e analisar a intermitência da exposição, julga-se que tal método foi adequado aos objetivos do trabalho.

A avaliação da exposição ao ruído ocupacional através da análise da dose tem feito parte de poucas pesquisas, mas nota-se tendência de estudos mais recentes em se considerar a intermitência da exposição<sup>16-19</sup>.

Os resultados sugerem que doses maiores de exposição ao ruído ocupacional podem provocar proporções maiores de lesões em nível coclear detectáveis pelos registros das EOAPD. Estes resultados reforçam a idéia de que o exame das EOAPD pode ser útil na identificação de alterações auditivas iniciais provocadas pelo ruído, ainda não detectadas pelo exame de audiometria tonal, como sugeriram outros estudos<sup>7,13,20</sup>.

A possibilidade de se detectar precocemente uma alteração auditiva por meio das EOAPD e que se relacione ao ambiente de trabalho permitiria ações de proteção, individual e coletiva, em benefício dos trabalhadores expostos aos diferentes fatores de risco para a audição. Tais medidas de proteção poderiam, assim, ser implantadas ou aprimoradas antes mesmo da ocorrência de um distúrbio auditivo que provocasse qualquer sintoma ou dano irreversível.

---

## CONCLUSÃO

---

Houve correlação entre estar exposto ao ruído ocupacional e apresentar ausência de respostas nas EOAPD, ocorrendo também associação entre exposição a doses maiores de ruído ocupacional e a presença de alterações nas Emissões Otoacústicas.

O resultado do Odds Ratio para respostas ausentes no registro das EOAPD foi maior para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, considerando-se os resultados nas frequências de 3.000Hz, 4.000Hz e 6.000Hz em conjunto.

A utilização do registro das EOAPD parece ser útil como método de detecção de alterações fisiopatológicas precoces provocadas por exposição ao ruído ocupacional, mostrando-se como promissor instrumento auxiliar no diagnóstico da PAIRO.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. Behar A, Chasin M, Cheesman M. Noise control: a primer. San Diego: Singular Publishing Group;2000. p. 3.
2. Almeida SI de, Albernaz PL, Zaia PA, Xavier OG, Karazawa EH. História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído. Rev Assoc Med Bras 2000;46(2):143-58.
3. Corrêa Filho HR, Costa LS, Hoehne EL, Pérez MAG, Nascimento LCR, Moura EC. Perda auditiva induzida por ruído e hipertensão em condutores de ônibus. Rev Saúde Pública 2002;36(6):693-701.
4. Glorig A. Noise: past, present and future. Ear Hear 1980;1:4-18.

- 
5. Costa EA da. Classificação e quantificação das perdas auditivas em audiometrias Industriais. *Rev Bras Saúde Ocup* 1988;16(61):35-8.
  6. Fabiani M. Evoked otoacoustic emissions in the study of adult sensorineural hearing loss. *British J Audiol* 1993;27:131-7.
  7. Gattaz G, Wazen SRG. O registro das emissões otoacústicas evocadas - produtos de distorção em pacientes com perda auditiva induzida pelo ruído. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2001;67(2):213-8.
  8. Robinette MS, Glatke TJ. Otoacoustics emissions: clinical applications. New York-Stuttgart: Thieme; 1997.
  9. Fiorini AC. O uso de registros de emissões otoacústicas como instrumento de vigilância epidemiológica de alterações auditivas em trabalhadores expostos a ruído. São Paulo; 2000.[Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública da USP].
  10. Brasil (Ministério do Trabalho e Emprego). Portaria 3214, de 8 de junho de 1978: aprova a Norma Regulamentadora nº 15: atividades e operações insalubres, anexo I. Disponível em <http://www.mtb.gov.br> [2001 jun 10].
  11. Brasil (Ministério do Trabalho e Emprego). Portaria nº.19, de 09 de abril de 1998: estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e acompanhamento da audição em trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. *Diário Oficial da União*. Brasília, 22 de abril de 1998.
  12. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO). Norma para avaliação da exposição ocupacional ao ruído. *Rev Bras Saud Ocup* 1985;13(50):92-6.
  13. Hall AJ, Lutman ME. Methods for early identification of noise-induced hearing loss. *Audiology* 1999;38(5):277-80.
  14. Oliveira TMT de, Vieira MM, Azevedo MF. Emissões otoacústicas em trabalhadores normo-ouvintes expostos ao ruído ocupacional. *Pró-Fono* 2001;13(1):17-22.
  15. Fukuda C. Emissões otoacústicas por produtos de distorção em trabalhadores expostos a ruído. São Paulo; 1998. [Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de São Paulo; Escola Paulista de Medicina].
  16. Kwitko A. Motoristas de transporte coletivo urbano estão sujeitos a diversas doenças ocupacionais. *Rev CIPA* 2001; nº 260:62-5.
  17. Latance Júnior S. O tabu dos motoristas de São Paulo. *Rev CIPA* 2001;260:49-54.
  18. Martins AL, Alvarenga KF, Bevilacqua MC, Costa Filho AO. Perda auditiva em motoristas e cobradores de ônibus. *Rev Bras Oto* 2001;64(4):467-73.
  19. Kerr MJ, Brosseau L, Johnson CS. Noise levels of selected construction tasks. *AIHA Journal* 2002;63:334-9.
  20. Vinck BM, Van Cauwenberge PB, Leroy L, Corthals P. Sensitivity of transient evoked and distortion product otoacoustic emissions to the direct effects of noise on the human cochlea. *Audiology* 1999;38:44-52.