

Moara Karoline Silveira Malheiros¹ 
 Volney de Magalhães Câmara¹ 
 Tatiana Rodrigues Garcia¹ 
 Dayane Calixto Cavalcante¹ 
 Lucas Wilson de Mendonça¹ 
 Maria Isabel Kós Pinheiro de Andrade¹ 

Estudo comparativo das emissões otoacústicas evocadas em trabalhadores marítimos *Offshore* e *Onshore*

Comparative study of evoked otoacoustic emissions in offshore and onshore seafarers workers

Descritores

Céulas Ciliadas Auditivas
Exposição Ambiental
Ruído
Compostos Químicos
Saúde do Trabalhador

Keywords

Hair Cells
Auditory
Environmental Exposure
Noise
Chemical Compounds
Occupational Health

RESUMO

Objetivo: Avaliar a função coclear de trabalhadores marítimos *Offshore* e *Onshore* de uma empresa naval da cidade do Rio de Janeiro e estimar a magnitude de associação entre a exposição ocupacional ao ruído e/ou substâncias químicas e alterações na função coclear. **Método:** Neste estudo, foram avaliados trabalhadores marítimos entre 20-49 anos, de ambos os gêneros, sem queixas auditivas, distribuídos em dois grupos: o Grupo *Offshore*, que operam em alto mar com exposição ocupacional; e o Grupo *Onshore*, que operam em escritórios sem exposição ocupacional. Para avaliação da função coclear, foram realizados os exames de emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente (EOAT) e por produto de distorção (EOAPD). **Resultados:** As respostas das EOAT e EOAPD foram, em média, menores no Grupo *Offshore*, para todas as frequências analisadas. A proporção de falhas observadas também foi maior no grupo de exposição (*Offshore*), tanto no critério geral quanto por frequência específica, principalmente para as frequências mais agudas de cada teste, 4 kHz para EOAT e 6 kHz para EOAPD. **Conclusão:** Os resultados sugerem que a exposição a ruído e/ou a substâncias químicas pode contribuir significativamente para alterações da função coclear de trabalhadores marítimos, mesmo antes de manifestarem queixas auditivas.

ABSTRACT

Purpose: To evaluate the cochlear function of offshore and onshore seafarers workers of a naval company in the city of Rio de Janeiro and to estimate the degree of association between occupational exposure to noise and/or chemical substances and alteration in cochlear function. **Methods:** This study evaluated seafarers workers aged 20 to 49, of both genders, without auditory symptoms were, divided into two groups: the Offshore Group, operating in the high seas with occupational exposure; and the Onshore Group, operating in offices without occupational exposure. To evaluate cochlear function, including transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE) and distortion product otoacoustic emissions (DPOAE) exams were performed. **Results:** The TEOAE and EOAPD responses were on average lower in the Offshore Group, for all frequencies analyzed. The proportion of failures observed was also higher in the exposure group (Offshore), for general response, and specific frequency, mainly for the frequencies of 4 kHz for TEOAE and 6 kHz for DPOAE. **Conclusion:** The results suggest that exposure to noise and/or chemical substances can contribute to alterations in cochlear function in seafarers even without manifesting auditory symptoms.

Endereço para correspondência:

Moara Karoline Silveira Malheiros
Serviço de Fonoaudiologia, Hospital
Universitário Clementino Fraga Filho,
Universidade Federal do Rio de Janeiro
– UFRJ

Rua Rodolpho Paulo Rocco, 255,
Terceiro andar, Cidade Universitária,
Ilha do Fundão, Rio de Janeiro (RJ),
Brasil, CEP: 21941-913.
E-mail: moarakaroline@gmail.com

Recebido em: Junho 18, 2020

Aceito em: Agosto 24, 2020

Trabalho realizado no Instituto de Estudos em Saúde Coletiva, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

Fonte de financiamento: nada a declarar.

Conflito de interesses: nada a declarar.



Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

INTRODUÇÃO

O crescimento da indústria petrolífera potencializou os setores operacionais no mercado naval, dando tônica a diferentes modalidades de trabalho, as quais podem ser divididas em: *Onshore* e *Offshore*. A principal diferença entre elas está relacionada ao local de operação, “em terra” e “no mar”, respectivamente. Pode-se destacar o regime de confinamento, vivenciado pelos trabalhadores *offshore*, como um importante traço distintivo entre essas duas modalidades. Esse regime, os expõem intensamente a riscos intrínsecos e variados devido à diversidade dos processos físicos e químicos inerentes a esse meio industrial⁽¹⁾. Assim, as condições do trabalho *offshore* podem trazer muitas consequências negativas, tanto de ordem física quanto psicoativa⁽²⁾. Neste contexto operacional, a saúde auditiva dos trabalhadores marítimos *offshore*, torna-se uma preocupação relevante, no entanto, pouco explorada pela literatura científica. Vale acrescentar que, além do ruído, existem substâncias químicas ototóxicas, e que a coexistência desses riscos no ambiente de trabalho, como ocorre nas embarcações, pode potencializar os efeitos auditivos, devido ao sinergismo, explicado pela combinação de dois ou mais agentes, os quais podem exceder a soma do dano que cada um produz isoladamente⁽³⁾.

A audição é uma função sensorial que propicia a integração do indivíduo na sociedade⁽⁴⁾. Para que essa função se exerça é fundamental a inter-relação das estruturas sensoriais e conexões centrais que constituem o sistema auditivo. A compreensão desse sistema é imprescindível para entender de que forma a exposição a riscos no ambiente ocupacional, como ruído e substâncias químicas, podem comprometer regiões específicas e assim favorecer o desenvolvimento da perda auditiva com características audiológicas particulares. No sistema auditivo periférico, o som é captado e transmitido pela orelha externa, orelha média, até atingir a orelha interna. É na parte anterior da orelha interna que se encontra a cóclea, principal órgão responsável pela audição, sua nomenclatura é oriunda do grego *Kokhia*, que significa caracol, em referência ao seu formato em espiral⁽⁵⁾, é neste órgão que ocorrem as principais lesões que caracterizam a perda auditiva de origem ocupacional, inicialmente atingindo as células ciliadas externas (CCE), seguidas de lesão nas células ciliadas internas (CCI)⁽⁶⁾. Essa disposição anatômica embasa a interpretação dos exames audiológicos utilizados na prática clínica.

A Audiometria Tonal Limiar (ATL) é uma ferramenta considerada padrão-ouro na investigação da perda auditiva⁽⁷⁾ e está consolidada na legislação nacional como parte do conjunto de procedimentos necessários para a avaliação e monitoramento da audição de trabalhadores ao longo do período de exposição ao ruído. Contudo, apesar da inegável importância da ATL, é sabido que, este exame, de caráter subjetivo, é capaz de detectar a perda auditiva quando já existir lesão das CCI, e neste caso, irreversível. Não obstante, pesquisas têm observado que o exame de Emissões Otoacústicas Evocadas (EOAE) é capaz de detectar alterações cocleares precocemente, mesmo antes da alteração do exame de audiometria ser identificada⁽⁸⁾, uma vez que, este exame possui maior sensibilidade para observar alteração funcional das CCE, as quais são as primeiras a serem atingidas⁽⁹⁾. As emissões

otoacústicas evocadas tem sensibilidade de captação estimada entre 85-95% e com especificidade maior ou igual a 90%⁽¹⁰⁾. Dentre as aplicações clínicas descritas em indivíduos adultos, está o monitoramento da audição em trabalhadores expostos ao ruído e às substâncias químicas. Além disso, é um procedimento objetivo, não invasivo, rápido, de fácil portabilidade e aplicável em locais sem tratamento acústico⁽¹⁰⁾.

É indiscutível, no campo da saúde do trabalhador, a importância de atuar na prevenção, isto é, agir antes mesmo do dano ser instalado, justificando a relevância de se detectar precocemente alterações na função coclear.

Contudo, como supracitado, a audição de trabalhadores *offshore*, é um tema pouco explorado, principalmente pela literatura científica brasileira. Na literatura internacional foram identificados estudos com o objetivo de avaliar a prevalência de danos auditivos relacionados ao trabalho na indústria *offshore*^(11,12) ou correlacionar os efeitos auditivos com a exposição ao ruído nesta população⁽¹³⁾. Entretanto, o predomínio foram pesquisas focadas nas questões de ordem social e psicológica^(1,14,15), abordando a perda auditiva secundariamente. Desse modo, o presente estudo visa evidenciar a saúde auditiva desta população, potencialmente exposta e, por conseguinte, sujeita ao desenvolvimento de alterações audiológicas. Além de contribuir com outros estudos científicos, na tentativa de mitigar algumas limitações já expostas⁽¹⁶⁾, como a necessidade de um grupo controle para melhor validação dos dados. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar a função coclear de trabalhadores marítimos *Offshore* e *Onshore* de uma empresa naval da cidade do Rio de Janeiro e estimar a magnitude de associação entre a exposição ocupacional ao ruído e/ou substâncias químicas e alterações na função coclear.

MÉTODO

A pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho, sob o número 62731416.5.0000.5257-17. Os trabalhadores foram orientados a respeito do estudo, concordaram em participar da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Trata-se de um estudo do tipo transversal, descritivo e de comparação entre os grupos, tendo sido utilizada a análise quantitativa. A amostra de conveniência foi definida pelo número de trabalhadores que concordaram em participar da pesquisa e que estavam disponíveis nos momentos de coleta, que ocorreram no período de julho a outubro do ano de 2019. Todos os participantes eram de uma empresa da área Naval pertencente ao município do Rio de Janeiro, e foram distribuídos em dois grupos, segundo a modalidade de trabalho: o Grupo *Offshore* (GOF) e o Grupo *Onshore* (GON). A idade de 49 anos foi definida como limite para inclusão no estudo, com o intuito de diminuir a possibilidade de confundimento em decorrência da alteração auditiva do envelhecimento, denominada presbiacusia. Os demais critérios de inclusão e exclusão para os grupos estão descritos na Tabela 1. A coleta dos dados foi realizada no escritório da própria empresa naval, conciliando com o período em que os trabalhadores *offshore* se preparavam para o embarque, etapa conhecida como pré-embarque. Portanto, estavam há cerca de 28 dias sem exercer qualquer atividade marítima. Neste mesmo escritório

Tabela 1. Critérios de inclusão e exclusão para o estudo

| Critério | Grupo <i>Offshore</i> | Grupo <i>Onshore</i> |
|---|-----------------------|----------------------|
| Inclusão | | |
| Ambos os gêneros | ✓ | ✓ |
| Idade entre 20 e 49 anos; | ✓ | ✓ |
| Referir boa audibilidade em ambas as orelhas; | ✓ | ✓ |
| Otoscopia normal; | ✓ | ✓ |
| Ser trabalhador <i>offshore</i> exposto a ruído e/ou substâncias químicas no local de trabalho; | ✓ | X |
| Ser trabalhador <i>onshore</i> sem exposição ocupacional atual ou prévia a ruído e/ou substâncias químicas; | X | ✓ |
| Tempo mínimo na função atual equivalente a um ano. | ✓ | ✓ |
| Exclusão | | |
| Alteração de orelha externa e/ou média; histórico de cirurgia otológica. | ✓ | ✓ |
| Relato de uso de medicação ototóxica; | ✓ | ✓ |
| Relato de trauma acústico; | ✓ | ✓ |
| Histórico de doenças neurológicas, metabólicas ou genéticas; | ✓ | ✓ |
| Histórico de sarampo, caxumba ou meningite; | ✓ | ✓ |
| Histórico de perda auditiva; | ✓ | ✓ |
| Histórico de exposição a ruído elevado e/ou a substâncias químicas ototóxicas em ambiente extra-ocupacional ou em função anterior*. | ✓ | ✓ |

*Para os marítimos do grupo *Offshore* não foram considerados para exclusão os trabalhadores que apresentassem histórico de exposição a ruído elevado e/ou a substâncias químicas em funções anteriores que fossem também *offshore*

operavam os trabalhadores “de terra” (*onshore*). Desse modo, o local da coleta foi comum aos dois grupos. Todos os participantes foram submetidos a: Questionário semiaberto referente ao histórico clínico-ocupacional contendo variáveis como: idade, sexo, função, exposição, tempo de exposição, uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI) e queixas auditivas; inspeção do conduto auditivo externo, por meio da otoscopia; emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente (EOAT) e por produto distorção (EOAPD).

O Questionário clínico-ocupacional foi explicado pelos pesquisadores e posteriormente autopreenchido por cada participante do estudo, com o intuito de minimizar o viés do examinador. Contudo, ao final, o examinador verificou o questionário preenchido, e nos casos de dúvidas ou informações não respondidas, foram sinalizadas para que o participante pudesse preenchê-las. A otoscopia foi realizada com o uso do instrumento Mikatos Led Mini 1000. Os trabalhadores com alterações na otoscopia foram orientados e encaminhados para avaliação otorrinolaringológica e excluídos da amostra. As medidas das EOAT e EOAPD foram realizadas em uma sala isolada, extremamente silenciosa, com nível mínimo de ruído, onde cada participante foi avaliado separadamente. Todos os trabalhadores receberam a orientação prévia de repouso auditivo mínimo de 14 horas. Além disso, vale ressaltar que nenhum trabalhador marítimo exerceu atividade de mergulho antecedendo aos exames.

As respostas foram captadas em ambas as orelhas, alternadamente, com início pela orelha direita através de uma oliva adaptada à sonda do equipamento ILO288 *Otodynamics*; foram considerados para cada teste os seguintes parâmetros:

- EOAT: Foi utilizado estímulo clique de banda larga, não-linear, frequência de 1500 Hertz (Hz) a 4000 Hz, a uma intensidade de 84 Nível de Pressão Sonora (NPS) e estabilidade da sonda superior a 70%. As respostas foram consideradas presentes quando a reprodutibilidade geral foi maior ou superior a 50% com amplitude de resposta da relação sinal/ruído maior ou igual a 3 dB ($S/N \geq 3\text{dB}$), em pelo menos três frequências consecutivas avaliadas⁽¹⁷⁾. As respostas obtidas dentro dos

critérios citados foram consideradas como “passa” e os exames diferentes destes como “falha”;

- EOAPD: Foram apresentados dois tons puros primários simultaneamente, com frequências diferentes (f_1 e f_2) obedecendo a razão $f_1/f_2 = 1,22$, em dois pontos de oitavas; nas intensidades de 65 e 55dBNPS, para f_1 e f_2 , respectivamente. Foram analisadas as respostas nas frequências de 1500 Hz a 6000 Hz. A resposta de Depigran ($2f_1-f_2$) foi considerada presente quando o nível de resposta da relação sinal/ruído foi igual ou superior a 6 dB ($S/N \geq 6\text{dB}$) em pelo menos três frequências testadas, determinando assim a presença “passa” ou ausência “falha” de respostas cocleares⁽¹⁷⁾.

Para a análise, além do critério geral, também foi considerada a relação S/R por frequência específica e o tempo de duração de cada exame (medido em segundos). A frequência de 1000 Hz não foi analisada em nenhum dos testes descritos, pois apresentou alteração na reprodutibilidade e amplitude da relação S/R.

Os dados coletados foram armazenados em planilhas do Excel e em seguida importados para o *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) para realização das análises estatísticas. Inicialmente foram feitas análises descritivas das variáveis coletadas. Posteriormente, testada a normalidade das distribuições e utilizados os Testes *Mann-Whitney* para as amostras que não se apresentaram normais e o Teste T de *Student* para as amostras com distribuição normal. Por fim, o teste Quiquadrado de *Pearson* foi realizado para a análise da proporção de falha da relação S/R por frequência específica e por critério geral nas EOAT e EOAPD, em cada orelha, e por grupo. Para efeitos de significância estatística foi aceito o $p < 0,05$.

RESULTADOS

Foram incluídos no estudo 85 trabalhadores adultos, com idade entre 20 e 49 anos, de ambos os sexos. O Grupo *Onshore* (GON) constituído por 37 indivíduos que trabalhavam em escritórios

Tabela 2. Principais características do Grupo *Offshore* em relação à exposição a ruído, tempo de exposição a ruído, exposição a substâncias químicas, tipo e tempo de exposição a substâncias químicas. Rio de Janeiro, 2019

| Variável | Categoria | Grupo <i>Offshore</i> | |
|-------------------------------------|--|-----------------------|------|
| | | N | % |
| Exposição a ruído | Sim | 48 | 100 |
| | Não | 0 | 0 |
| Tempo de exposição a ruído | ≤10 anos | 28 | 58,3 |
| | >10 anos | 20 | 41,7 |
| Exposição a subst. químicas | Sim | 39 | 81,3 |
| | Não | 9 | 18,8 |
| Tipo de exposição química | Não expõe | 9 | 18,8 |
| | Prod. de limpeza | 7 | 14,6 |
| | Solventes, prod. de limpeza, óleos e graxas | 16 | 33,3 |
| | Solventes, prod. de limpeza, óleos, graxas e vapores orgânicos | 16 | 33,3 |
| Tempo de exposição a subst. química | ≤10 anos | 30 | 76,9 |
| | >10 anos | 9 | 23,1 |

Legenda: N = Número de trabalhadores

Tabela 3. Média, mediana, mínimo/máximo e desvio padrão da duração, em segundos, para captação das EOAT e EOAPD, e o número de frequências “passa” na OD e na OE, por grupo. Rio de Janeiro, 2019

| Variável | Grupo | Média | Mediana | Mínimo | Máximo | Desvio Padrão | Valor <i>p</i> |
|----------------------------------|-----------------|-------|---------|--------|--------|---------------|----------------|
| Duração | <i>Offshore</i> | 50,4 | 60,5 | 9 | 124 | 29,5 | 0,000* |
| EOAT OD | <i>Onshore</i> | 25,5 | 14,0 | 9 | 70 | 19,5 | |
| Duração | <i>Offshore</i> | 53,3 | 64,5 | 6 | 184 | 31,5 | 0,002* |
| EOAT OE | <i>Onshore</i> | 35,5 | 24,0 | 9 | 161 | 33,2 | |
| Duração | <i>Offshore</i> | 48,6 | 35,5 | 19 | 183 | 35,3 | 0,001* |
| EOAPD OD | <i>Onshore</i> | 31,7 | 19,0 | 19 | 132 | 25,7 | |
| Duração | <i>Offshore</i> | 52,8 | 44,5 | 19 | 144 | 34,7 | 0,003* |
| EOAPD OE | <i>Onshore</i> | 33,7 | 19,0 | 19 | 132 | 26,7 | |
| Número de frequências que passou | <i>Offshore</i> | 2,6 | 3,0 | 0 | 4 | 1,3 | 0,001* |
| EOAT OD | <i>Onshore</i> | 3,7 | 4,0 | 2 | 4 | 0,7 | |
| Número de frequências que passou | <i>Offshore</i> | 2,8 | 3,0 | 0 | 4 | 1,4 | 0,009* |
| EOAT OE | <i>Onshore</i> | 3,6 | 4,0 | 0 | 4 | 1,2 | |
| Número de frequências que passou | <i>Offshore</i> | 2,8 | 3,0 | 0 | 5 | 1,4 | 0,000* |
| EOAPD OD | <i>Onshore</i> | 4,6 | 5,0 | 2 | 5 | 1,0 | |
| Número de frequências que passou | <i>Offshore</i> | 2,7 | 3,0 | 0 | 5 | 1,6 | 0,000* |
| EOAPD OE | <i>Onshore</i> | 4,1 | 4,0 | 0 | 5 | 1,4 | |

Método estatístico: Teste *Mann-Whitney*; *P valor <0,05: significância estatística;

Legenda: EOAT = emissão otoacústica evocada transiente; EOAPD = emissão otoacústica evocada por produto distorção; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

com carga horária de 8 horas diárias e o Grupo *Offshore* (GOF) composto por 48 indivíduos que trabalhavam embarcados com carga horária diária de 12 horas e escala de 28 x 28, isto é, 28 dias operando em alto mar e 28 dias de descanso em terra. A prevalência no GON foi do sexo feminino (69%) enquanto no GOF do masculino (85%). Em relação ao local de trabalho na embarcação, os trabalhadores *Offshore* apresentaram percentuais equivalentes a 18,8% para o convés, 18,8% para superestrutura, 29,2% para o passadiço e 33,3% para a praça de máquinas. O tempo na função atual, em anos, para o GOF foi em média de 5,3 e desvio padrão (DP) igual a 4,7, enquanto o GON apresentou média equivalente a 2,5 (DP=2,5). Os trabalhadores *Offshore* constituíam o grupo de marítimos expostos a riscos ambientais, como físico (ruído) e/ou químicos, inerentes à indústria naval. Assim, o GOF foi caracterizado quanto a exposição ao ruído e às substâncias químicas, conforme descrito na Tabela 2.

Para a análise do tempo médio de exposição do GOF foi considerada a exposição na função atual e nas funções anteriores exercidas apenas em embarcações, sendo excluídos os trabalhadores que referiram exposição a ruído e/ou substâncias químicas em qualquer outra função anterior que não seja *offshore*, conforme descrito na Tabela 1. Assim, no GOF o tempo médio de exposição

ao ruído, em horas, por dia, foi de 11,7 (DP=1,4). Já com relação ao tempo de exposição, em anos, a média foi equivalente a 9,2 (DP=6,6). Ao analisar a exposição química esses valores decrescem para média de 4,2 horas (DP=3,48) e de 5,0 anos (DP=5,4). Com relação à utilização do EPI para a audição, foi observado que todos os indivíduos do GOF utilizavam algum tipo, seja plugue, concha, ou plugue associado à concha. Já no GON, devido a não exposição a níveis elevados de pressão sonora, nenhum trabalhador referiu o uso desta proteção. O GOF também referiu o uso de outros tipos de EPIs, além dos auditivos; como botas, luvas, macacões, capacetes e óculos.

No tocante às emissões otoacústicas, foram estabelecidos alguns parâmetros como variáveis de comparação entre os grupos, sendo: Duração do exame, número de frequências que passou em cada teste, média da relação S/R por frequência específica e o critério “passa/falha”. O Teste *Mann-Whitney* mostrou com significância estatística ($p<0,05$) que, em média, os indivíduos do GOF apresentaram duração dos testes EOAT e EOAPD, tanto para orelha direita, quanto para a orelha esquerda, superiores aos do GON. Já com relação ao número de frequências que passou foi observada superioridade de respostas no GON para o mesmo teste estatístico, com significância, tanto para a EOAT quanto para EOAPD em ambas as orelhas (Tabela 3).

Os valores da média, mediana, desvio padrão, mínimo/máximo da relação S/R, por frequência, obtidos por grupo e por orelha para os testes de EOAT e EOAPD estão descritos na Tabela 4. A relação S/R nos testes de EOAT e EOAPD foram, em média, menores no GOF para todas as frequências analisadas. Ao analisar se essas diferenças foram estatisticamente significantes, destaca-se na EOAT a frequência de 4 kHz em ambas as orelhas, além da frequência de 1,5 kHz apenas para orelha direita, vale destacar

que a frequência de 3 kHz apresentou tendência à significância em ambas as orelhas. Já para EOAPD, todos os resultados analisados apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

Por fim, ao analisar a distribuição percentual da relação S/R, considerando o critério “passa”/“falha”, os maiores percentuais de falha nos exames de EOAT e EOAPD por frequência específica e por resultado geral foi para o GOF, em ambas as orelhas (Tabela 5). Foi notório também a maior proporção de falhas para as frequências

Tabela 4. Média, mediana, desvio padrão, mínimo/máximo da relação Sinal/Ruído, por frequência específica, por orelha e por grupo, no teste de EOAT e EOAPD. Rio de Janeiro, 2019

| EOAT OD | Grupo Offshore | | | | | Grupo Onshore | | | | | Valor p |
|----------|----------------|---------|-----|-------|------|---------------|---------|------|-------|------|---------------------|
| | Média | Mediana | DP | Mín. | Máx. | Média | Mediana | DP | Mín. | Máx. | |
| 1,5 kHz | 2,8 | 3,8 | 5,6 | -11,0 | 14,2 | 6,7 | 7,2 | 5,0 | -3,2 | 17,9 | 0,002 ^{1*} |
| 2,0 kHz | 7,0 | 7,0 | 6,6 | -15,7 | 16,0 | 8,9 | 9,6 | 4,3 | 0,2 | 17,7 | 0,126 ² |
| 3,0 kHz | 4,3 | 5,1 | 6,6 | -14,5 | 18,8 | 6,8 | 6,6 | 4,1 | -3,8 | 15,8 | 0,055 ¹ |
| 4,0 kHz | 2,2 | 2,0 | 5,7 | -9,0 | 14,0 | 5,9 | 6,0 | 4,4 | -3,3 | 17,1 | 0,004 ^{1*} |
| EOAT OE | | | | | | | | | | | |
| 1,5 kHz | 3,9 | 4,5 | 5,0 | -11,0 | 12,2 | 4,6 | 6,9 | 6,5 | -14,5 | 18,9 | 0,327 ¹ |
| 2,0 kHz | 5,7 | 6,8 | 7,2 | -15,7 | 19,9 | 8,3 | 8,8 | 4,5 | -2,1 | 19,4 | 0,091 ¹ |
| 3,0 kHz | 4,2 | 5,7 | 5,3 | -14,9 | 14,6 | 6,1 | 6,5 | 5,0 | -13,0 | 13,7 | 0,076 ¹ |
| 4,0 kHz | 1,8 | 3,1 | 5,7 | -9,4 | 10,2 | 4,8 | 6,1 | 5,0 | -5,3 | 18,3 | 0,033 ^{1*} |
| EOAPD OD | | | | | | | | | | | |
| 1,5 kHz | 4,0 | 4,3 | 8,1 | -12,0 | 23,0 | 9,3 | 9,5 | 5,8 | -3,2 | 19,5 | 0,001 ^{2*} |
| 2,0 kHz | 5,4 | 6,8 | 7,8 | -18,2 | 19,3 | 9,6 | 9,5 | 5,3 | -1,7 | 22,0 | 0,010 ^{1*} |
| 3,0 kHz | 5,6 | 7,0 | 8,7 | -15,0 | 21,5 | 10,2 | 11,5 | 8,2 | -13,2 | 23,0 | 0,008 ^{1*} |
| 4,0 kHz | 6,5 | 8,2 | 9,3 | -16,6 | 23,1 | 12,2 | 15,2 | 7,2 | -16,7 | 26,0 | 0,000 ^{1*} |
| 6,0 kHz | 5,6 | 5,8 | 7,6 | -11,0 | 26,0 | 13,1 | 12,9 | 7,0 | -7,0 | 27,0 | 0,000 ^{2*} |
| EOAPD OE | | | | | | | | | | | |
| 1,5 kHz | 3,3 | 4,2 | 7,7 | -11,3 | 14,6 | 6,7 | 7,3 | 7,0 | -7,9 | 19,0 | 0,044 ^{2*} |
| 2,0 kHz | 4,6 | 7,3 | 8,1 | -18,0 | 19,5 | 9,3 | 10,3 | 7,2 | -7,8 | 20,6 | 0,004 ^{1*} |
| 3,0 kHz | 5,1 | 7,2 | 7,7 | -15,3 | 21,6 | 8,3 | 10,0 | 10,6 | -16,0 | 22,0 | 0,002 ^{1*} |
| 4,0 kHz | 5,9 | 7,5 | 9,7 | -15,0 | 22,3 | 13,8 | 15,2 | 7,7 | -8,7 | 26,0 | 0,000 ^{1*} |
| 6,0 kHz | 5,9 | 5,7 | 6,6 | -7,0 | 28,8 | 13,2 | 13,4 | 7,1 | -6,0 | 29,6 | 0,000 ^{1*} |

Método estatístico: ¹Teste Mann-Whitney, ²Teste T de Student; *P valor <0,05: significância estatística;

Legenda: EOAT = emissão otoacústica evocada transiente; EOAPD = emissão otoacústica evocada por produto distorção; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda; DP = desvio padrão

Tabela 5. Percentual de falha considerando a relação Sinal/Ruído por frequência específica e por critério geral nas EOAT e EOAPD, subdividida por grupos, e por orelha. Rio de Janeiro, 2019

| | Orelha direita | | Orelha esquerda | | Valor p | |
|---------|----------------|---------------|-----------------|---------------|--------------------|--------------------|
| | % Falhas | | % Falhas | | | |
| | Grupo Offshore | Grupo Onshore | Grupo Offshore | Grupo Onshore | OD | OE |
| EOAT | | | | | | |
| 1,5 kHz | 41,7 | 21,7 | 37,5 | 27,1 | 0,051 | 0,308 |
| 2,0 kHz | 23,0 | 13,5 | 27,0 | 10,9 | 0,272 | 0,063 |
| 3,0 kHz | 37,5 | 16,3 | 35,5 | 19,0 | 0,031 [*] | 0,094 |
| 4,0 kHz | 54,2 | 19,0 | 48,0 | 32,0 | 0,001 [*] | 0,150 |
| Geral | 37,5 | 2,7 | 27,1 | 10,9 | 0,196 | 0,063 |
| EOAPD | | | | | | |
| 1,5 KHz | 50,1 | 21,8 | 49,0 | 37,9 | 0,007 [*] | 0,353 |
| 2,0 kHz | 40,0 | 21,7 | 41,7 | 27,1 | 0,078 | 0,161 |
| 3,0 kHz | 37,5 | 19,0 | 43,7 | 13,6 | 0,062 | 0,003 [*] |
| 4,0 kHz | 37,5 | 8,0 | 39,6 | 10,9 | 0,002 [*] | 0,003 [*] |
| 6,0 kHz | 54,2 | 8,0 | 52,1 | 13,6 | 0,000 [*] | 0,000 [*] |
| Geral | 29,2 | 5,3 | 35,5 | 10,9 | 0,005 [*] | 0,009 [*] |

Método estatístico: Teste Quiquadrado de Pearson; *P valor <0,05: significância estatística;

Legenda: EOAT = emissão otoacústica evocada transiente; EOAPD = emissão otoacústica evocada por produto distorção; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda

mais agudas de cada teste, sendo 4 kHz para EOAT e 6 kHz para EOAPD. Ao realizar o método estatístico Quiquadrado de *Pearson* foi observada significância estatística para EOAT nas frequências de 3 kHz e 4 kHz na orelha direita; e para o teste de EOAPD nas frequências de 1,5 kHz, 4 kHz e 6 kHz (orelha direita) e 3 kHz, 4 kHz e 6 kHz (orelha esquerda), além de significância no critério geral “passa/falha” em ambas as orelhas.

DISCUSSÃO

O trabalho marítimo *offshore* é dito peculiar pelas suas características tecnológicas, pelos recursos humanos, pela vinculação iminente à riscos ocupacionais e pelo regime de confinamento, em que o trabalhador permanece no local de trabalho por dias consecutivos mesmo nos momentos de descanso e lazer⁽¹⁸⁾. Assim, de acordo com a função em que exerce em alto-mar, o trabalhador está exposto a intempéries que incidem em sua saúde e segurança e que podem levá-lo a acidentarse ou adoecer no trabalho⁽¹⁹⁾. A empresa naval deste estudo envolve, em seus processos operacionais em alto mar, exposição a diversos riscos ambientais, como os físicos (contemplando o ruído) e químicos. Alterações na função coclear podem ocorrer devido à exposição prolongada e excessiva, não somente ao ruído, mas também às substâncias químicas. A exposição combinada desses agentes pode potencializar os efeitos auditivos⁽³⁾. Estudos têm observado que o exame de emissões otoacústicas evocadas é capaz de detectar alterações auditivas precocemente, mesmo antes da alteração no exame de audiometria tonal liminar ser identificada⁽⁸⁾.

As Emissões otoacústicas (EOA) foram definidas por Kemp como a liberação de energia sonora emitida pelas CCE na cóclea, que se propaga na orelha média até alcançar o conduto auditivo externo⁽²⁰⁾. As EOA podem ser divididas em espontâneas e evocadas, sendo as evocadas do tipo transiente e produto distorção, utilizadas neste estudo, as de melhor aplicabilidade clínica. Pesquisas têm evidenciado que estágios precoces na maioria das perdas auditivas sensoriais estariam associados à resposta mecânica coclear, desse modo, tornou-se possível o uso das emissões otoacústicas evocadas (EOAE) no monitoramento da fisiologia coclear durante a exposição a diversos agentes ototóxicos e, também ao ruído⁽²¹⁾. Entretanto, ainda assim, as EOAE não são utilizadas na rotina clínica dos programas de conservação auditiva de trabalhadores expostos a ruído, sendo a audiometria tonal o método universalmente adotado. Um estudo destaca que a audiometria pode não ser o melhor meio de avaliação dos distúrbios produzidos pelo ruído, por ser um teste passível de erros, já que é um exame subjetivo (depende diretamente das respostas do sujeito sob avaliação) e aponta que outra desvantagem é a sua baixa sensibilidade para detectar as sutis modificações cocleares que ocorrem antes que a perda auditiva se manifeste no audiograma⁽²²⁾. Assim, o presente estudo avaliou a função coclear em marítimos sem queixas auditivas, por meio das emissões otoacústicas evocadas. Vale destacar, que para seleção dos indivíduos, com relação a audibilidade, não foi possível considerar os exames de audiometria tonal e imitanciometria, apesar de ter sido a intenção inicial dos pesquisadores, pois apenas o grupo que tinha exposição ao ruído (*Offshore*) apresentavam monitoramento auditivo pela empresa

a qual pertencem, e por questões logísticas e operacionais, não foi possível realizá-los em todos os trabalhadores do grupo *Onshore* seguindo a padronização exigida. Contudo, todos os trabalhadores incluídos neste estudo não referiram perda auditiva em exames prévios ou qualquer queixa quanto à audibilidade.

Ainda assim, esses trabalhadores expostos a riscos ocupacionais (*Offshore*), sem queixas auditivas, apresentaram respostas piores nos exames de EOAT e EOAPD, quando comparados ao grupo não exposto (*Onshore*), em diferentes parâmetros analisados, indicando possíveis alterações em sua função coclear, como tem sido observado na literatura⁽²³⁾.

Com relação as médias do tempo de duração de cada exame, em segundos, para EOAT e EOAPD observamos resultados superiores para o grupo *offshore* (Tabela 3), isso pode estar relacionado a uma possível diminuição das células ciliadas externas na cóclea, dificultando a captação das emissões otoacústicas evocadas e consequentemente no aumento do tempo de duração de cada teste. Já nas médias do número de frequências que passou, foram superiores para o grupo *onshore* (Tabela 3). Esses achados sugerem, com significância estatística, que os trabalhadores *offshore* apresentam mais frequências alteradas nos exames de emissões otoacústicas evocadas e maior dificuldade de registro dessas respostas.

A análise quantitativa da relação S/R por frequência específica, foi em média menor no grupo *offshore* quando comparada ao grupo *onshore*, tanto para EOAT quanto para EOAPD (Tabela 4). Ao analisar o critério “passa/falha”, os maiores percentuais de falha por frequência específica e por resultado geral também foram para o grupo *Offshore*, em ambas as orelhas (Tabela 5). Esses achados corroboram com outras pesquisas que indicam menores respostas da relação S/R e maiores falhas nas emissões otoacústicas transientes e por produto distorção quando os indivíduos estão expostos ao ruído elevado^(6,24).

Na presente pesquisa, a proporção de falha foi maior para as frequências mais agudas de cada teste, sendo 4 kHz para EOAT e 6 kHz para EOAPD (Tabela 5), essa observação converge com a literatura⁽²³⁾ que tem mostrado que a alteração auditiva por exposição ocupacional se inicia pelas frequências altas, por ser a região coclear inicialmente atingida e mais sensível, contudo, se não cessada a exposição pode atingir outras frequências, médias e baixas, em geral nessa ordem. Além disso, foi verificada significância estatística para EOAT nas frequências de 3 kHz e 4 kHz na orelha direita; e para o teste de EOAPD nas frequências de 1,5 kHz, 4 kHz e 6 kHz (orelha direita) e 3 kHz, 4 kHz e 6 kHz (orelha esquerda), além de significância no critério geral de “passa/falha” em ambas as orelhas (Tabela 5). Outro estudo⁽²²⁾ também encontrou significância estatística na frequência de 1500 Hz na orelha direita, contudo atribuiu esse achado a uma variação do voluntário ou do aparelho.

Marques e Costa⁽²³⁾ em um estudo transversal comparou as EOAPD em dois grupos de indivíduos, expostos e não-expostos ao ruído ocupacional, com limiares tonais dentro da normalidade. Como resultados identificaram correlação entre estar exposto ao ruído ocupacional e apresentar ausência de respostas nas EOAPD. Os resultados da *Odds Ratio* para respostas ausentes (falha) no registro das EOAPD foram maiores para os trabalhadores expostos ao ruído ocupacional, principalmente nas frequências agudas, assim como ocorreu no presente estudo.

Como já mencionado, além do ruído, substâncias químicas também podem ocasionar alteração na função coclear. As substâncias químicas são consideradas ototóxicas exógenas, passíveis de induzir a hipoacusia ototóxica em trabalhadores de diversos seguimentos ocupacionais, e quando combinado ao ruído, pode potencializar os danos a audição⁽¹⁶⁾. O solvente é uma das principais substâncias químicas ototóxicas descritas na literatura^(25,26). Um estudo comparativo analisou exames audiométricos em 155 metalúrgicos divididos entre o grupo de expostos a ruído (grupo I) e o grupo de expostos a ruído e substâncias químicas (grupo II); concluíram que o grupo II apresentou proporcionalmente maior prevalência de perda auditiva quando comparado ao grupo I, mesmo tendo estado exposto aos agentes agressores por um menor tempo médio⁽²⁷⁾.

Na presente pesquisa, todos os trabalhadores do grupo *offshore*, eram expostos a ruído e 81,2% também expostos a algum tipo de substância química. Deste total, 82% eram expostos a solvente combinado a algum outro tipo de substância química, como expressa a Tabela 2. Um estudo de revisão sistemática analisou 31 artigos que avaliaram a audição de indivíduos expostos a substâncias químicas, como resultados destacaram que as medidas de associação apresentaram valores estatisticamente significantes para “exposição a solventes” e “danos auditivos”, sendo maior a chance de desenvolver perda auditiva, quando a exposição ao solvente estava associada ao ruído⁽¹⁶⁾. Além disso, pontuou evidências de associação entre exposição às substâncias químicas e disfunção na via auditiva central, podendo se estender desde o nervo auditivo (VIII par de nervo craniano), tronco encefálico até o córtex cerebral. Ainda neste mesmo artigo, foram destacadas a escolha prevalente por estudos transversais e a ausência de um grupo controle, sem exposição, como algumas das limitações que podem prejudicar a qualidade da análise⁽¹⁶⁾. Assim, no presente estudo, um grupo sem exposição foi definido, sendo o constituído por trabalhadores *onshore* - não expostos em seu ambiente de trabalho a ruído elevado e/ou a substâncias químicas.

Outra pesquisa avaliou os dados audiométricos da coexposição ao ruído e à mistura de solventes orgânicos em 701 trabalhadores de estaleiro; 517 expostos a ruído e mistura de solvente orgânico, 184 somente a ruído e 205 sujeitos como grupo controle, não expostos a qualquer ruído ou solventes. A chance da perda auditiva foi significativamente aumentada por aproximadamente 3 vezes no grupo de expostos somente a ruído e por quase 5 vezes no grupo de expostos a ruído e solvente. Um efeito moderado da ototoxicidade solvente, além do ruído, foi observado no limiar auditivo na frequência 8 kHz⁽²⁸⁾. A mesma tendência ocorreu em outra pesquisa que teve como objetivo avaliar os efeitos da exposição ocupacional apenas a solventes ou em combinação com ruído na audição em 1117 funcionários da indústria de iate, navio, plástico, sapato, tinta e laca⁽²⁵⁾, em que as chances de desenvolver perda auditiva aumentaram substancialmente no caso de exposição combinada a solventes orgânicos e ruído, em comparação com exposição isolada a cada um desses perigos, com relação linear positiva entre exposição à solvente e limiares auditivos em altas frequências⁽²⁵⁾.

Sisto et al.⁽²⁹⁾, avaliaram recentemente a sensibilidade das emissões otoacústicas evocadas por produto distorção para diferentes solventes e ruído em uma população de 17 pintores de uma indústria naval; concluíram que as EOAPD são biomarcadores sensíveis

de exposição a substâncias ototóxicas e podem ser efetivamente usadas para a detecção precoce de disfunção auditiva.

O local de trabalho do grupo composto por marítimos *onshore* foi, em sua totalidade, o escritório (requisito para a escolha desta população como grupo de comparação). Já no grupo *offshore* variou entre os diversos locais da embarcação, com prevalência para a praça de máquinas (33,3%), sendo este ambiente o que apresenta maior exposição ao ruído, pois lá se encontra os motores de propulsão do navio, bem como, a central de fornecimento de ar condicionado e eletricidade. Uma pesquisa com 149 oficiais da marinha tailandesa destacou que o nível de ruído era de 100,6 dB na praça de máquinas e revelaram que 39,6% dos oficiais navais tinham perda auditiva; assim, esses autores concluíram sugerindo que a marinha tailandesa devesse desenvolver um programa de conservação auditiva para oficiais navais em artesanato de patrulha costeira⁽¹¹⁾. Tal programa de conservação auditiva visa minimizar os riscos decorrentes da exposição auditiva por meio de medidas adotadas pelo empregador como a troca ou manutenção de equipamentos que produzem muita exposição ao ruído, instruções sobre o uso correto dos maquinários, medidas técnicas (blindagem, absorção de ruído) ou medidas organizacionais que diminuam a duração e intensidade da exposição. Se essas medidas não forem suficientes para evitar o risco, o empregador deve fornecer equipamentos de proteção individual e realizar o monitoramento audiométrico.

Quanto à utilização do EPI para audição, foi observado para todos os indivíduos do GOF. O uso do EPI é uma medida estabelecida pela legislação brasileira com o intuito de proteger a audição quanto às ações do ruído. Contudo, segundo Azevedo et al.⁽³⁰⁾, mesmo o funcionário fazendo uso do EPI, pode apresentar perda auditiva ocupacional principalmente nas frequências de 3 a 6kHz, o que pode estar relacionado ao uso incorreto deste equipamento. Desse modo, além de fornecer, é importante que ocorra, por parte do empregador, o treinamento e a fiscalização do uso do EPI. Além disso, vale destacar que informações sobre a magnitude e as características dos efeitos auditivos produzidos pela exposição contínua às substâncias químicas, bem como as possíveis interações, vias de introdução, quantidade e tempo de exposição sem danos conhecidos para a saúde auditiva, apesar de muito discutidos, permanecem insuficientes e divergentes⁽¹⁶⁾. Assim, representam desafios importantes para os profissionais envolvidos na prevenção da perda auditiva ocupacional⁽¹⁶⁾.

Como considerações finais, pode-se destacar a limitação inerente ao próprio desenho do estudo, do tipo transversal, uma vez que, as diferenças encontradas na função coclear entre os grupos nem sempre poderão ser consideradas como sinais exatos de perda auditiva futura. Para um valor preditivo real, são necessários estudos longitudinais. Desse modo, como sugestões para estudos futuros, além de estimular o desenvolvimento de estudos longitudinais, é válido pontuar: seleção de grupos mais homogêneos, por meio de amostras pareadas; além de considerar os exames audiométricos e imitanciométricos para maior confiabilidade na seleção dos indivíduos normo-ouvintes; desenvolver estudos em trabalhadores *offshore* que contemplem exames capazes de avaliar o sistema auditivo periférico e também o central, como o uso das emissões otoacústicas com supressão, para assim melhor mensurar as possíveis alterações auditivas nesses trabalhadores, potencialmente expostos e pouco contemplados na literatura científica.

CONCLUSÃO

As emissões otoacústicas evocadas apresentaram-se mais alteradas no grupo *offshore* que no grupo *onshore*, sendo que a maior proporção de falhas ocorreu nas frequências de 4 kHz para EOAT e em 6kHz para EOAPD. Nesse sentido, os resultados sugerem que a exposição a ruído e/ou a substâncias químicas pode contribuir significativamente para alterações da função coclear de trabalhadores marítimos, mesmo antes de manifestarem queixas auditivas.

REFERÊNCIAS

1. Leite RMDSC. Vida e trabalho na indústria de petróleo em alto mar na Bacia de Campos. *Cien Saude Colet*. 2009;14(6):2181-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232009000600025>. PMID:20069186.
2. Seligmann-Silva E, Bernardo MH, Maeno M, Kato M. O mundo contemporâneo do trabalho e a saúde mental do trabalhador. *Rev Bras Saúde Ocup*. 2010;35(122):187-91. <http://dx.doi.org/10.1590/S0303-76572010000200002>.
3. Morata TC, Dunn DE, Kretschmer LW, Lemasters GK, Keith RW. Effects of occupational exposure to organic solvents and noise on hearing. *Scand J Work Environ Health*. 1993;19(4):245-54. <http://dx.doi.org/10.5271/sjweh.1477>. PMID:8235513.
4. Gatto CI, Tochetto TM. Deficiência auditiva infantil: implicações e soluções. *Rev CEFAC*. 2007;9(1):110-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462007000100014>.
5. Bonaldi LV. Sistema auditivo periférico. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen AS, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. *Tratado de audiologia*. São Paulo: Santos; 2011. p. 3-16.
6. da Costa JB, Rosa SAB, Borges LL, Camarano MRH. Caracterização do perfil audiológico em trabalhadores expostos a ruídos ocupacionais. *Rev Ciências Ambientais Saúde*. 2015;42(3):273-87. <http://dx.doi.org/10.18224/est.v42i3.4127>.
7. Beck RM, Ramos BF, Grasel SS, Ramos HF, Moraes MF, Almeida ER, et al. Comparative study between pure tone audiometry and auditory steady-state responses in normal hearing subjects. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2014;80(1):35-40. <http://dx.doi.org/10.5935/1808-8694.20140009>. PMID:24626890.
8. Garcia TR, Andrade MIKP, Frota SM, Miranda MDF, Guimaraes RM, Meyer A. Cochlear function in students exposed to pesticides. *CoDAS*. 2017;29(3):e20160078. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/20172016078>. PMID:28538825.
9. Knight KR, Kraemer DF, Winter C, Neuwelt EA. Early changes in auditory function as a result of platinum chemotherapy: use of extended high-frequency audiometry and evoked distortion product otoacoustic emissions. *J Clin Oncol*. 2007;25(10):1190-5. <http://dx.doi.org/10.1200/JCO.2006.07.9723>. PMID:17401008.
10. Durante AS. Emissões otoacústicas. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen AS, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. *Tratado de audiologia*. São Paulo: Santos; 2011. p. 145-6.
11. Kaewboonchoo O, Srinoon S, Lormphongs S, Morioka I, Mungarndee SS. Hearing loss in Thai naval officers of coastal patrol crafts. *Asia Pac J Public Health*. 2014;26(6):651-9. <http://dx.doi.org/10.1177/1010539513510552>. PMID:24285776.
12. Irgens-Hansen K, Gundersen H, Sunde E, Baste V, Harris A, Bråtveit M, et al. Noise exposure and cognitive performance: a study on personnel on board Royal Norwegian Navy vessels. *Noise Health*. 2015;17(78):320-7. <http://dx.doi.org/10.4103/1463-1741.165057>. PMID:26356374.
13. Irgens-Hansen K, Baste V, Bråtveit M, Lind O, Koefoed VF, Moen BE. Hearing loss in the Royal Norwegian Navy: A longitudinal study. *Noise Health*. 2016;18(82):157-65. <http://dx.doi.org/10.4103/1463-1741.181999>. PMID:27157689.
14. Ross JK. Offshore industry shift work-health and social considerations. *Occup Med (Lond)*. 2009;59(5):310-5. <http://dx.doi.org/10.1093/occmed/kqp074>. PMID:19608662.
15. Lima da Silva JL, Moreno RF, Soares RDS, De Almeida JA, Daher DV, Teixeira ER. Prevalência de transtornos mentais comuns entre trabalhadores marítimos do Rio de Janeiro. *Rev Pesqui Cuid Fundam*. 2017;9(3):676-81. <http://dx.doi.org/10.9789/2175-5361.2017.v9i3.676-681>.
16. Mont'Alverne LR, Corona AP, Rêgo MAV. Hearing loss associated with organic solvent exposure: a systematic review. *Rev Bras Saúde Ocup*. 2016;41(10):1-26. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-6369000113615>.
17. Sousa LCAD, Piza MRDT, Alvarenga KDF, Cóser PL. Emissões Otoacústicas (EOA). In: Sousa LCAD, Piza MRDT, Alvarenga KDF, Cóser PL. *Eletrofisiologia da audição e emissões otoacústicas: princípios e aplicações clínicas*. 3. ed. São Paulo: Book Toy; 2008. p. 109-45.
18. Guedes CCP, Aguiar BGC, Tonini T. Características do ambiente de trabalho do enfermeiro em plataforma de petróleo offshore. *Rev Enferm UERJ*. 2011;19(4):657-62.
19. Gurgel ADM, Medeiros ACLV, Alves PC, Silva JMD, Gurgel IGD, Augusto LGDS. Framework dos cenários de risco no contexto da implantação de uma refinaria de petróleo em Pernambuco. *Cien Saude Colet*. 2009;14(6):2027-38. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232009000600010>.
20. Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. *J Acoust Soc Am*. 1978;64(5):1386-91. <http://dx.doi.org/10.1121/1.382104>. PMID:744838.
21. Janssen T, Niedermeyer HP, Arnold W. Diagnostics of the cochlear amplifier by means of distortion product otoacoustic emissions. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2006;68(6):334-9. <http://dx.doi.org/10.1159/000095275>. PMID:17065826.
22. Barcelos DD, Dazzi NS. Effects of the MP3 Player on hearing. *Rev CEFAC*. 2014;16(3):779-91. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201422112>.
23. Marques FP, Costa EAD. Exposure to occupational noise: otoacoustic emissions test alterations. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2006;72(3):362-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992006000300011>. PMID:17119772.
24. Fuente A, McPherson B, Hickson L. Auditory dysfunction associated with solvent exposure. *BMC Public Health*. 2013;13(1):39. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-13-39>. PMID:23324255.
25. Sliwinska-Kowalska M, Zamyslowska-Szmytko E, Szymczak W, Kotylo P, Fiszer M, Wesolowski W, et al. Exacerbation of noise-induced hearing loss by co-exposure to workplace chemicals. *Environ Toxicol Pharmacol*. 2005;19(3):547-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.etap.2004.12.018>. PMID:21783525.
26. Ratnasingam J, Ioras F. The safety and health of workers in the Malaysian wooden furniture industry: an assessment of noise and chemical solvents exposure. *Journal of Applied Sciences*. 2010;10(7):590-4. <http://dx.doi.org/10.3923/jas.2010.590.594>.
27. Botelho CT, Paz APML, Gonçalves AM, Frota S. Comparative study of audiometric tests on metallurgical workers exposed to noise only as well as noise associated to the handling of chemical products. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2009;75(1):51-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992009000100008>. PMID:19488560.
28. Sliwinska-Kowalska M, Zamyslowska-Szmytko E, Szymczak W, Kotylo P, Fiszer M, Wesolowski W, et al. Effects of coexposure to noise and mixture of organic solvents on hearing in dockyard workers. *J Occup Environ Med*. 2004;46(1):30-8. <http://dx.doi.org/10.1097/01.jom.0000105912.29242.5b>. PMID:14724476.
29. Sisto R, Cerini L, Sanjust F, Carbonari D, Gherardi M, Gordiani A, et al. Distortion product otoacoustic emission sensitivity to different solvents in a population of industrial painters. *Int J Audiol*. 2020;59(6):443-454. <http://dx.doi.org/10.1080/14992027.2019.1710776>. PMID:31910691.
30. Azevedo AN, Bernardo LD, Shing SCAC, Santos JN. Perfil auditivo de trabalhadores de um entreposto de carnes. *Rev CEFAC*. 2012;12(2):223-34. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462009005000067>.

Contribuição dos autores

MKSM: Conceção e projeto; análise e interpretação dos dados; redação do artigo; por fim, responsável por todos os aspectos do trabalho na garantia da exatidão e integridade de qualquer parte da obra; VMC: Revisão crítica relevante do conteúdo intelectual e aprovação final da versão a ser publicada; TRG: Conceção e projeto, análise e interpretação dos dados; DCC: Conceção e projeto; coleta de dados e revisão crítica relevante do conteúdo intelectual; LWM: Conceção e projeto; coleta de dados, análise e interpretação dos dados; MIKPA: Participou na condição de orientadora, da concepção e projeto; análise, revisão crítica relevante do conteúdo intelectual e aprovação final da versão a ser publicada.