

Perfil audiológico de motoristas agrícolas expostos: ruído e hidrocarbonetos

Audiological profile of agricultural drivers exposed: noise and hydrocarbons

Renata Fernandes¹, Miriam Harumi Tsunemi², Fernanda Zucki³

RESUMO

Objetivo: Estabelecer o perfil audiológico de motoristas agrícolas expostos, simultaneamente, a ruído e hidrocarbonetos. **Métodos:** Foram analisados os prontuários de motoristas com queixas auditivas de uma empresa do ramo agrícola do município de Lençóis Paulista (SP), dentro do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). As informações analisadas foram: idade, tempo de exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos e exames de audiometria tonal liminar de referência. Para a análise da influência da idade e do tempo de exposição sobre os limiares auditivos, ajustaram-se modelos de sobrevivência para dados grupados (riscos proporcionais e logísticos). **Resultados:** Verificou-se que os efeitos da idade e do tempo de exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos foram significativos na perda de audição, nos modelos de riscos proporcionais e logísticos. **Conclusão:** É fundamental o desenvolvimento de ações voltadas para a prevenção de perdas auditivas em motoristas agrícolas expostos aos agentes ruído e hidrocarbonetos.

Descritores: Ruído; Audição; Exposição ocupacional; Compostos químicos; Hidrocarbonetos

ABSTRACT

Purpose: To establish the audiological profile of agricultural drivers simultaneously exposed to noise and hydrocarbons. **Methods:** The study comprised analysis of the medical records of agricultural drivers with hearing complaints, from an agricultural company of Lençóis Paulista (SP), Brazil, within the Environmental Risk Prevention Program. The information analyzed included age, period of simultaneous exposure to noise and hydrocarbons and testing of reference pure tone audiometry. Survival models for grouped data (proportional risk and logistic) were adjusted to analyze the influence of age and period of exposure of hearing thresholds. **Results:** It was observed that the effects of age and period of simultaneous exposure to noise and hydrocarbons were significant for hearing loss in proportional risk and logistic models. **Conclusion:** It is fundamental to develop actions for the prevention of hearing loss in agricultural drivers exposed to the agents noise and hydrocarbons.

Keywords: Noise; Hearing; Occupational exposure; Chemical compounds; Hydrocarbons

Trabalho realizado no Instituto Alfa de Comunicação e Audição, Bauru (SP), Brasil.

(1) Curso de Especialização em Audiologia Clínica, Instituto Alfa de Comunicação e Audição, Bauru (SP), Brasil.

(2) Departamento de Bioestatística, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Botucatu (SP), Brasil.

(3) Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo – USP – Bauru (SP), Brasil.

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: RF pesquisadora principal, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, levantamento da literatura, coleta dos dados, redação do artigo, submissão e trâmites do artigo; MHT pesquisador colaborador, responsável pela análise estatística dos dados, auxiliou na elaboração do manuscrito; FZ orientadora, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, análise dos dados, correção da redação do artigo, aprovação da versão final.

Endereço de Correspondência: Renata Fernandes. R. Raposo Tavares, 312, Jardim Ubirama, Lençóis Paulista (SP), CEP: 18683-510, Brasil. E-mail: renatafernandez@gmail.com

Recebido em: 18/1/2015; **Aceito em:** 26/10/2015

INTRODUÇÃO

A perda auditiva é uma doença ocupacional e, apesar de ser passível de prevenção, é considerada um problema de saúde importante em nossa sociedade. Embora a maior prevalência seja em países industrializados, no Brasil, a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) está entre os principais problemas de saúde dos trabalhadores⁽¹⁾.

Os trabalhadores acometidos por perda de audição estão sujeitos ao isolamento social, resultando no prejuízo da comunicação com familiares e amigos, na diminuição na habilidade para monitorar o ambiente de trabalho (sinais de advertência), no risco mais alto de acidentes no local de trabalho e na redução da qualidade de vida, em função do zumbido inflexível⁽²⁾.

Neste sentido, o Ministério do Trabalho⁽³⁾ e a Portaria SSST/MTb nº 5, publicada em 25 de fevereiro de 1997⁽⁴⁾, estabeleceram diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e acompanhamento da audição dos trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. A PAIR foi definida como a alteração dos limiares auditivos, do tipo neurosensorial, decorrente da exposição ao ruído ocupacional, apresentando como características principais, a irreversibilidade e a progressão gradual, com o tempo de exposição.

É sabido que, além do ruído, alguns agentes químicos utilizados em diversas áreas do meio industrial também podem levar à perda auditiva, e que, quando existe o fator coexposição - agente químico associado ao ruído -, a perda auditiva pode ser potencializada^(5,6). A interação sinérgica entre ruído e solventes foi descrita em alguns estudos^(7,8), enquanto outros demonstraram que o ruído se faz dominante, quando pensamos na perda auditiva ocupacional^(9,10). De acordo com o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH)⁽¹¹⁾, três grupos são considerados de alta prioridade para pesquisa: solventes, asfixiantes e metais, e, mais recentemente, os agrotóxicos organofosforados⁽¹²⁾.

No presente estudo, foram destacados os efeitos da exposição combinada dos hidrocarbonetos e ruído. Investigações sobre os efeitos do hidrocarboneto no sistema auditivo, bem como os efeitos deletérios da exposição simultânea a mais de um agente, como o ruído, ainda são escassas.

Os achados audiológicos da perda auditiva por exposição ocupacional a substâncias químicas não diferem muito da PAIR, no que diz respeito à configuração audiométrica. Em geral, essa perda se caracteriza por ser coclear, bilateral, simétrica, progressiva e irreversível, com início nas frequências altas, tendo a configuração praticamente idêntica à da PAIR⁽¹³⁾. A ação tóxica dos agentes químicos sobre o sistema auditivo pode ser periférica ou central, variando de lesões das células ciliadas externas a lesões do VIII par craniano, alterações no sistema vestibular e no sistema nervoso central⁽¹⁴⁾.

O petróleo é uma mistura complexa que contém vários compostos, sendo que os hidrocarbonetos representam a fração majoritária. De acordo com a sua origem e suas composições

químicas e propriedades físicas, há variação de um campo petrolífero para outro. Os compostos de interesse que exigem maior preocupação ambiental são: benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno. Esses compostos, conhecidos também como BTEX, são definidos como hidrocarbonetos monoaromáticos, cujas estruturas moleculares possuem como característica principal a presença do anel benzênico. São usados, principalmente, em solventes e em combustíveis, sendo os constituintes mais solúveis na fração da gasolina. Esses compostos são tóxicos tanto para o meio ambiente, quanto para o ser humano, atuando como depressores do sistema nervoso central e apresentando toxicidade crônica⁽¹⁵⁾.

Estudos demonstraram que o local da lesão, os mecanismos e a extensão do problema causado por essas toxinas, podem variar de acordo com os fatores de risco, que incluem: o tipo de contaminante, as interações com outros agentes ototóxicos, a concentração e o tempo de exposição⁽¹⁶⁾.

Achados de ototoxicidade decorrente da exposição a produtos químicos demonstraram a necessidade de ampliar a discussão sobre a avaliação do risco auditivo e de adotar medidas de prevenção a serem aplicadas em trabalhadores expostos, simultaneamente, a determinados agentes.

Legislações internacionais não exigem o monitoramento da audição dos trabalhadores expostos a produtos químicos, exceto nos casos em que a exposição seja em níveis de ruído acima dos limites permitidos. No Brasil, não há na legislação trabalhista, recomendação para a prática de audiometrias periódicas em trabalhadores expostos a produtos químicos, exceto para aqueles expostos ao ruído, de acordo com os anexos I e II da NR-15⁽¹⁷⁾. O Decreto 3048 da Previdência Social⁽¹⁸⁾ reconhece o benzeno e seus homólogos tóxicos (tolueno e xileno) e os hidrocarbonetos alifáticos ou aromáticos (seus derivados halogenados tóxicos) como agentes etiológicos, ou fatores de risco de natureza ocupacional para a perda auditiva. Esse decreto indica que as exposições a esses agentes devem ser consideradas ao se examinar uma perda auditiva e as condições do ambiente de trabalho. Porém, o decreto apenas reconhece onexo causal, não estabelecendo condições de prevenção.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi analisar o perfil audiológico de motoristas agrícolas expostos, simultaneamente, a ruído e hidrocarbonetos.

MÉTODOS

O presente estudo teve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo (parecer número 488.758), bem como a aquiescência da empresa estudada.

Caracterização do estudo

Trata-se de um estudo analítico, de coorte, com seguimento prospectivo, caracterizado por uma amostra não probabilística,

que teve como base a coleta de dados de prontuários de trabalhadores de uma empresa do ramo agrícola do interior do Estado de São Paulo, a partir do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA).

Critérios de inclusão e seleção da amostra

Os critérios de inclusão adotados para a composição da amostra foram: apresentar exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos, além da presença de queixas auditivas.

Foram selecionados, no período de novembro a dezembro de 2013, prontuários de 25 motoristas que atenderam aos critérios de seleção. A idade dos trabalhadores avaliados variou de 21 a 54 anos, com média de idade de 37,8 anos ($\pm 9,81$). Já o tempo de exposição combinada a ruído e hidrocarboneto foi de 6 a 20 anos, com média de exposição de 8,5 anos ($\pm 7,04$).

Coleta de dados

Foram coletados os dados dos trabalhadores referentes à idade, tempo de exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos e os resultados de audiometrias tonais liminares de referência.

Análise dos dados

Em virtude da ocorrência de grande número de empates dos limiares auditivos em valores múltiplos de cinco, o modelo estatístico adequado para esse tipo de experimento foi o de sobrevivência para dados agrupados⁽¹⁹⁾. Além disso, foram avaliados os limiares auditivos nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, para classificação do grau da perda auditiva. Compreende-se a importância de se analisar, em estudos que envolvam exposição a agentes ototóxicos, os limiares nas frequências de 6000 Hz, que são frequentemente acometidos nesse tipo de perda auditiva (ruído e/ou agentes químicos), e de 8000 Hz, que pode sofrer a influência da idade (presbiacusia). Contudo, visando contemplar o critério internacionalmente padronizado para a classificação do grau da perda auditiva⁽²⁰⁾, as referidas frequências não foram consideradas na análise estatística. Os resultados do presente estudo podem, inclusive, suscitar a reflexão sobre o uso da classificação do grau da perda auditiva nos casos de exposição a agentes ototóxicos. Considerando que a proporção de empates expressivos foi igual a 0,80, então o modelo adequado para a determinação do limiar auditivo foi o modelo discreto. Além disso, devido à baixa frequência em alguns intervalos, os limiares auditivos foram agrupados em intervalos de (0,15], (15,20], (20,25] e (25,45], para ambas as orelhas. Os modelos ajustados foram os modelos discretos clássicos de riscos proporcionais e logístico de Colosimo⁽¹⁹⁾, que modelam a probabilidade condicional de não detectar o estímulo em determinado intervalo de tempo, dado que o indivíduo o detectou nos intervalos anteriores. Os modelos consideram, ainda, as covariáveis idade e tempo de

exposição e a interação entre ambas. Para o ajuste do modelo de riscos proporcionais, utilizou-se a linearização da probabilidade condicional, em função das covariáveis. Na estimação do modelo logístico, trabalhou-se com a transformação logito, que é o logaritmo da razão das probabilidades condicionais. Ambos os ajustes podem ser feitos somente numericamente e com o auxílio de pacotes computacionais.

O critério Bayesiano de Schwarz (BIC) foi utilizado para a seleção entre os dois modelos (riscos proporcionais e logístico). Esse critério pressupõe um modelo verdadeiro, que descreve a relação entre o limiar de audição e as variáveis independentes (idade e tempo de exposição), entre os dois modelos propostos. Dessa forma, o critério baseia-se na estatística que maximiza a probabilidade de identificar esse modelo verdadeiro, mais especificamente, $BIC = -2L + 2k \ln(n)$, onde L é logaritmo natural da função da verossimilhança avaliada no máximo, k é o número de parâmetros e n o número de observações. O modelo com o menor valor de BIC é aquele com melhor ajuste⁽²¹⁾.

Para a determinação do grau de perda auditiva, foi utilizada a classificação proposta pela Organização Mundial da Saúde⁽²⁰⁾, que utiliza a média das frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz (Quadro 1).

Quadro 1. Classificação do grau da perda auditiva de acordo com a OMS⁽²³⁾

Grau de comprometimento	Valor de média ISO
Normal	0 a 25 dBNA
Leve	26 a 40 dBNA
Moderado	41 a 60 dBNA
Severo	61 a 80 dBNA
Profundo	≥ 81 dBNA

Para o processamento e análise dos dados, foram utilizados o programa Microsoft Office Professional Plus 2013 e o *software* R, versão 2.12.2.

RESULTADOS

A caracterização da amostra quanto aos limiares auditivos para as frequências de 500 a 4000 Hz, para as orelhas direita e esquerda, respectivamente, está demonstrada nas Tabelas 1 e 2.

Foram analisados os modelos logísticos e de riscos proporcionais para os limiares auditivos da orelha direita, não havendo

Tabela 1. Caracterização da amostra quanto aos limiares auditivos para as frequências de 500 a 4000 Hz, na orelha direita

Limiar auditivo (dB)	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
0 a 15	10	16	15	9
15 a 20	4	4	5	4
20 a 25	4	3	2	5
25 a 45	3	2	3	7
Total de indivíduos	25	25	25	25

Tabela 2. Caracterização da amostra quanto aos limiares auditivos para as frequências de 500 a 4000 Hz, na orelha esquerda

Limiar auditivo (dB)	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
0 a 15	11	18	16	8
15 a 20	7	6	7	6
20 a 25	5	1	1	4
25 a 45	2	0	1	7
Total de indivíduos	25	25	25	25

interação significativa do tempo de exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos e idade ($p=0,882$) (Tabela 3), e da orelha esquerda que demonstrou interação significativa entre o tempo de exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos e a idade do trabalhador ($p=0,043$) (Tabela 4).

As estimativas dos coeficientes dos modelos logísticos e de riscos proporcionais foram realizadas para cada orelha. Observou-se que a variação dos erros padrão das estimativas foi pequena, indicativo de que a convergência foi alcançada e o ajuste dos modelos foi adequado para análise. Além disso, com o cálculo do critério de seleção BIC (utilizado, neste caso, devido ao grande tamanho amostral), observou-se pouca variação nos valores obtidos e, desse modo, ambos os modelos puderam ser aplicados na determinação do limiar auditivo (Tabela 5).

As curvas de sobrevivência estimadas estiveram próximas aos limiares obtidos na orelha direita. Por outro lado, na orelha esquerda, observou-se uma grande diferença no limiar auditivo para os indivíduos com diferentes tempos de exposição.

Como o limiar auditivo é definido como a menor intensidade sonora em que o indivíduo detecta a presença do estímulo em 50% das apresentações, as altas probabilidades de sobrevivência indicam piores desempenhos nos testes audiométricos, verificados, neste trabalho, para trabalhadores com maiores tempos de exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos (Figura 1).

DISCUSSÃO

Nos ambientes de trabalho, existem inúmeros agentes físicos e químicos que, combinados com estressores sociais e organizacionais, tornam-se riscos à saúde e comprometem o bem-estar dos indivíduos expostos. Tais agentes representam fatores de risco à audição: o ruído intenso, as vibrações e as substâncias químicas⁽²²⁾. Mesmo em empresas onde o ruído é o principal agente de risco para a perda auditiva, podem existir outros que, por sua ação independente, ou, principalmente, pela interação com altos níveis de pressão sonora, podem acarretar alterações dos limiares auditivos⁽²³⁾.

Neste sentido, confirma-se a relevância e a necessidade de se desenvolver estudos e pesquisas sobre as condições dos

Tabela 3. Modelos de riscos proporcionais e logísticos para os limiares auditivos da orelha direita

CV	GL	Riscos proporcionais		Logístico	
		TRV	Valor de p	TRV	Valor de p
0 a 15	1	7,59	0,536	0,72	0,810
15 a 20	1	1,64	0,328	12,20	0,119
20 a 25	1	17,07	0,062	41,78	0,016*
25 a 45	1	24,43	0,046*	54,09	0,011*
Idade	1	0,12	0,576	0,33	0,576
Exposição	1	0,02	0,642	0,07	0,948
Idade exposição	1	0,28	0,609	0,02	0,882

*Valores significativos ($p<0,05$) – teste de Razão de Verossimilhança

Legenda: CV = causas de variação; GL = graus de liberdade; TRV = Teste de Razão de Verossimilhança

Tabela 4. Modelos de riscos proporcionais e logísticos para os limiares auditivos da orelha esquerda

CV	GL	Riscos proporcionais		Logístico	
		TRV	Valor de p	TRV	Valor de p
0 a 15	1	9,33	0,046*	1,24	0,004*
15 a 20	1	0,41	<0,001*	8,83	<0,001*
20 a 25	1	26,98	<0,001*	56,80	<0,001*
25 a 45	1	36,84	<0,001*	72,44	<0,001*
Idade	1	5,78	<0,001*	6,36	<0,001*
Exposição	1	0,58	0,085	3,44	0,135
Idade exposição	1	4,76	0,028*	4,26	0,043*

*Valores significativos ($p<0,05$) – teste de Razão de Verossimilhança

Legenda: CV = causas de variação; GL = graus de liberdade; TRV = Teste de Razão de Verossimilhança

Tabela 5. Estimativas e erro padrão dos parâmetros dos intervalos e das idades e tempo de exposição para cada uma das orelhas

Parâmetros	Orelha direita				Orelha esquerda			
	Riscos proporcionais		Logístico		Riscos proporcionais		Logístico	
	Est.	EP	Est.	EP	Est.	EP	Est.	EP
0 a 15	-0,297	0,481	0,204	0,852	0,995	0,498	2,620	0,903
15 a 20	0,442	0,451	1,311	0,840	1,752	0,491	3,780	0,938
20 a 25	0,894	0,449	2,07	0,857	2,470	0,513	5,186	1,014
25 a 45	0,894	0,448	2,180	0,856	2,530	0,515	5,427	1,023
Idade	-0,007	0,013	-0,013	0,023	-0,050	0,014	-0,094	0,026
Exposição	-0,002	0,004	-0,005	0,007	-0,007	0,004	-0,013	0,008
Idade exposição	<0,001	<0,001	<0,001	0,0001	0,0002	0,0001	0,0004	0,0002

Legenda: Est = estimativa; EP = erro padrão

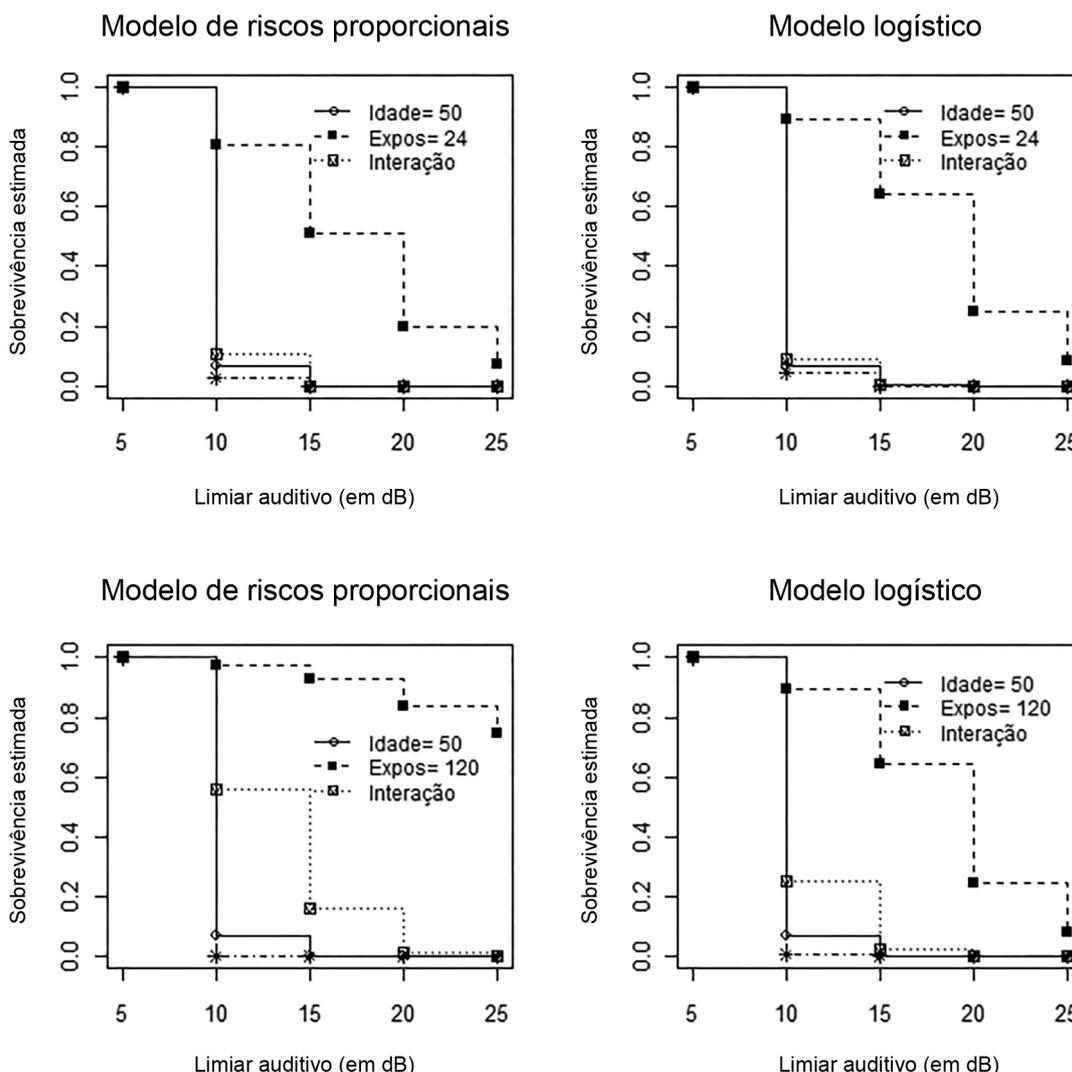


Figura 1. Modelos de riscos proporcionais, logístico e curvas de sobrevivência estimadas para os limiares auditivos obtidos na orelha esquerda

ambientes de trabalho que apresentam riscos à saúde e ao bem-estar dos trabalhadores do agronegócio.

No presente estudo, foi possível verificar, para a orelha esquerda, uma nítida relação entre o tempo de exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos, a perda auditiva e a idade do trabalhador. Houve uma associação, com significância

estatística, entre o tempo de exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos e a idade dos indivíduos (Tabela 4), o que torna a relação entre o limiar auditivo e a idade distinta e dependente do tempo de exposição do indivíduo.

Na literatura, poucos estudos epidemiológicos demonstram o desencadeamento da perda auditiva, em relação ao tempo de

exposição a agentes químicos. Um estudo realizado com agricultores no Rio Grande do Sul, expostos a agentes químicos, encontrou perda auditiva em 60% dos indivíduos expostos aos praguicidas e ao ruído. Em contrapartida, apenas 7% do seu grupo controle (sem exposição aos elementos insalubres) apresentou limiares alterados⁽²⁴⁾.

Um estudo⁽²⁵⁾ encontrou diferença significativa quanto à idade e tempo de exposição, demonstrando que as perdas auditivas sensorineurais em indivíduos expostos, simultaneamente, ao ruído e a solventes, ocorreram mais precocemente, em comparação com o grupo exposto somente ao ruído ocupacional, o que confirma os resultados obtidos no presente estudo.

Analisando os limiares auditivos e a relação entre o tempo de exposição, a idade e a perda de audição, foi observada associação com significância estatística apenas para a orelha esquerda. Uma pesquisa no setor industrial petroquímico⁽²⁶⁾ analisou o perfil audiológico de 63 trabalhadores de ambos os gêneros, com idade entre 18 e 60 anos, todos expostos a ruído e hidrocarbonetos derivados do petróleo. Foi observado rebaixamento nos limiares, predominantemente nas frequências altas, a partir de 4000 Hz, em ambas as orelhas, associando a evolução da perda com o aumento da idade. No presente estudo, foi demonstrada a mesma característica no rebaixamento dos limiares, relacionado ao aumento da idade.

É possível observar a relação entre o tempo de exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos e a perda de audição. Alguns estudos referem não ter encontrado associação entre o agravamento da perda auditiva, quando ocorre com a exposição combinada a ruído e agentes químicos, enquanto outros demonstram fortemente o efeito dessa coexposição.

Um estudo realizado em trabalhadores de uma indústria de fibras de vidro, na Suécia⁽²⁷⁾, demonstrou maior prevalência de perda auditiva em altas frequências no grupo exposto, simultaneamente, a ruído e estireno (48%), seguido pelo grupo exposto a estireno isoladamente (47%) e pelo grupo exposto a ruído (42%). Entretanto, a diferença entre as prevalências não foi significativa. Idade, exposição ao ruído e marcador biológico de exposição ao estireno foram as únicas variáveis consideradas significativas.

Uma pesquisa realizada com trabalhadores expostos a ruído e produtos químicos⁽¹⁴⁾, em uma usina de açúcar e álcool do interior de São Paulo, analisou o perfil audiológico desses funcionários. Eles foram divididos em três grupos: (1) exposição a ruído; (2) exposição a produtos químicos e (3) exposição combinada (ruído e produtos químicos). Ao classificar os achados audiológicos, verificou-se que 40% dos trabalhadores do grupo 2 apresentaram grau de perda 1 (rebaixamento auditivo nas frequências de 4 kHz e 6 kHz), com a maior porcentagem de perdas. Em 10% dos trabalhadores do grupo 3, foi verificada a ocorrência de grau de perda 1 e 20% apresentaram grau de perda 2 (rebaixamento auditivo nas frequências de 3, 4 e 6 kHz). Esses resultados demonstraram menor número de perdas, mas com agravamento em relação ao grau, indicando

a nocividade ampliada dos agentes associados. No setor de exposição a ruído, 20% dos trabalhadores apresentaram grau de perda 1. Concluiu-se, portanto, que há existência do risco de perda auditiva não apenas na exposição ao ruído, mas também na exposição a produtos químicos, indicando maior gravidade quando a exposição é associada (ruído e produtos químicos).

Outros estudos concordam com os achados acima. Um exemplo é um estudo transversal, realizado com 99 trabalhadores de uma indústria petroquímica, expostos a uma mistura de solventes orgânicos e ruído⁽²⁸⁾. Foi revelado que indivíduos com duração média de trabalho de 3,7 anos, expostos a uma mistura de solventes aromáticos em teores superiores aos níveis admissíveis, sem exposição ao ruído, não tiveram o limiar auditivo afetado. Outros estudos⁽²⁹⁾ investigaram que a associação entre a exposição em curto prazo (≤ 4 anos) e uma mistura de baixa concentração de produtos químicos (< 10 ppm) não aumentou o risco de perda auditiva. No entanto, as concentrações dos produtos químicos intermediários aumentaram o risco de perda de audição. Estudo realizado⁽³⁰⁾ com 190 trabalhadores brasileiros da indústria gráfica revelou que a exposição simultânea a ruído e a níveis excessivos de tolueno aumenta em 11 vezes a probabilidade de desencadeamento da perda auditiva. Quando se comparou trabalhadores expostos apenas ao ruído, essa probabilidade chegou a quatro vezes e, com trabalhadores expostos apenas ao tolueno, o risco foi cinco vezes maior. Dessa forma, concluíram que a mistura de solventes (tolueno, xileno, metil-etil-cetona, metil-isobutil-cetona) associada ao ruído aumenta o risco da perda auditiva, sendo este risco relativamente maior do que aquele obtido no grupo exposto apenas ao ruído.

Essa íntima relação já foi discutida por um estudo⁽⁷⁾ que, por meio de extensa revisão bibliográfica, analisou a interação entre solventes e o ruído ocupacional e o comprometimento do sistema auditivo. Foi demonstrado que a incidência de perda auditiva sensorineural foi maior que a esperada, em trabalhadores expostos ao ruído associado à exposição a solventes.

Os solventes são conhecidos por seus efeitos neurotóxicos, tanto para o sistema nervoso central, quanto para o sistema periférico, podendo causar lesões em níveis cocleares, ou seja, lesar células ciliadas externas, ou lesar nervo auditivo e vias auditivas⁽⁸⁾. Os cenários de exposição aos agentes químicos, em sua maioria, apresentam essa exposição concomitante ao ruído. As perdas auditivas, quando observadas nessas situações, são frequentemente atribuídas à exposição ao ruído, porém, apenas com análise do audiograma não se pode determinar sua etiologia. A configuração audiométrica em casos de perda auditiva induzida por ruído e ototoxicidade pode ser idêntica. Assim, é necessária a realização de exames audiológicos complementares, para conclusão do diagnóstico.

O presente estudo buscou analisar o perfil audiológico de motoristas agrícolas expostos, simultaneamente, a ruído e hidrocarbonetos. Embora os resultados tenham demonstrado associações importantes entre a perda auditiva, o tempo de exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos e a idade dos

trabalhadores, a possível generalização dos mesmos para outras realidades deve ser analisada, em virtude do tamanho da amostra e do delineamento metodológico estabelecido.

CONCLUSÃO

A exposição combinada a ruído e hidrocarbonetos, considerando-se as variáveis tempo de exposição e idade do trabalhador, pode ser um fator agravante para as perdas auditivas ocupacionais. Assim, as estratégias voltadas para prevenção e promoção da saúde auditiva devem estabelecer um olhar mais crítico, para além dos fatores ambientais, como o ruído.

REFERÊNCIAS

1. Bramatti L, Morata TC, Marques JM. Ações educativas com enfoque positivo em programa de conservação auditiva e sua avaliação. Rev CEFAC. 2008;10(3):398-408. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462008000300016>
2. Franks JR, Stephenson MR, Merry CJ, editors. Preventing occupational hearing loss: a practical guide. Cincinnati: National Institute for Occupational Safety and Health; 1996.
3. Brasil. Lei nº 7.855, de 24 de outubro de 1989. Altera a Consolidação das Leis do Trabalho, atualiza os valores das multas trabalhistas, amplia sua aplicação, institui o Programa de Desenvolvimento do Sistema Federal de Inspeção do Trabalho e dá outras providências. Diário Oficial União. 25 out 1989.
4. Ministério do Trabalho (BR), Secretaria de Segurança e Saúde no Trabalho. Portaria nº 5, de 25 de fevereiro de 1997. Altera a Portaria nº 24, de 19 de dezembro de 1994 - NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Diário Oficial União. 22 abr 1988.
5. Morata TC, Little MB. Suggested guidelines for studying the combined effects of occupational exposure to noise and chemicals on hearing. Noise Health. 2002;4(14):73-87.
6. Johnson AC, Morata TC. Occupational exposure to chemicals and hearing impairment. Gothenburg: Arbete och Hälsa. 2010;44(4):1-177.
7. Barregård L, Axelsson A. Is there an ototraumatic interaction between noise and solvents? Scand Audiol. 1984;13(3):151-5. <http://dx.doi.org/10.3109/01050398409043054>
8. Morata TC, Dunn DE, Sieber WK. Occupational exposure to noise and ototoxic organic solvents. Arch Environ Health. 1994;49(5):359-65. <http://dx.doi.org/10.1080/00039896.1994.9954988>
9. Jacobsen P, Hein HO, Suadicani P, Parving A, Gyntelberg F. Mixed solvent exposure and hearing impairment: an epidemiological study of 3284 men. The Copenhagen male study. Occup Med (Lond). 1993;43(4):180-4. <http://dx.doi.org/10.1093/occmed/43.4.180>
10. Sass-Kortsak AM, Corey PN, Robertson JM. An investigation of the association between exposure to styrene and hearing loss. Ann Epidemiol. 1995;5(1):15-24. [http://dx.doi.org/10.1016/1047-2797\(94\)00036-S](http://dx.doi.org/10.1016/1047-2797(94)00036-S)
11. Center for Disease Control and Prevention (CDC). National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Carbon monoxide poisoning. Atlanta: Center for Disease Control and Prevention; 2009 [acesso em: 15 dez 2014]. Disponível em: <http://www.cdc.gov/co/default.htm>
12. Lacerda A, Garofani VG, Ribeiro L, Marques JM. Efeitos auditivos em operadores de empilhadeiras. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2010;15(4):514-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342010000400007>
13. Mello AP, Waismann W. Exposição ocupacional ao ruído e químicos industriais e seus efeitos no sistema auditivo: revisão da literatura. Arq Int Otorrinolaringol. 2004;8(3):226-34.
14. Fernandes T, Souza MT. Efeitos auditivos em trabalhadores expostos a ruído e produtos químicos. Rev CEFAC. 2006;8(2):235-9.
15. Andrade JA, Augusto F, Jardim ICS. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. Eclat Quím. 2010;35(3):17-43. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-46702010000300002>
16. Lacerda ABM, Morata TC. O risco de perda auditiva decorrente da exposição ao ruído associada a agentes químicos. In: Morata TC, Zucki F, organizadores. Saúde auditiva: avaliação de riscos e prevenção. São Paulo: Plexus; 2010. p. 99-117.
17. Ministério do Trabalho (BR). Norma Regulamentadora nº 15. Atividades e operações insalubres. Diário Oficial União. 8 jun 1978.
18. Azevedo APM. Efeito de produtos químicos e ruído na gênese da perda auditiva ocupacional [dissertação]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Osvaldo Cruz; 2004.
19. Colosimo EA, Giolo SR. Análise de sobrevivência aplicada. São Paulo: Edgard Blücher; 2006.
20. World Health Organization. Prevention of blindness and deafness: Grades of hearing impairment. Geneve: World Health Organization; 2014 [acesso em 12 dez 2014]. Disponível em: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/
21. Wit E, Heuvel E, Romeijn J-W. "All models are wrong...": an introduction to model uncertainty. Stat Neerl. 2012;66(3):217-36. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-9574.2012.00530.x>
22. Silva LF, Mendes R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. Rev Saúde Pública. 2005;39(1):9-17. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102005000100002>
23. Cohr KH, Stokholm J. Toluene: a toxicologic review. Scand J Work Environ Health. 1979;5(2):71-90. <http://dx.doi.org/10.5271/sjweh.2664>
24. Manjabosco CM, Morata TC, Marques JM. Perfil audiométrico de trabalhadores agrícolas. Arq Int Otorrinolaringol. 2004;8(4):285-95.
25. Metwally FM, Aziz HM, Mahdy-Abdallah H, ElGelil KS, El-Tahlawy EM. Effect of combined occupational exposure to noise and organic solvents on hearing. Toxicol Ind Health. 2012;28(10):901-7. <http://dx.doi.org/10.1177/0748233711427051>
26. Sá MS. Efeitos auditivos em indivíduos expostos a ação combinada ao ruído e hidrocarbonetos [monografia]. Curitiba: Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Tuiuti do Paraná; 2010.
27. Morata TC, Johnson AC, Nysten P, Svensson EB, Cheng J, Krieg EF, et al. Audiometric findings in workers exposed to low levels of

- styrene and noise. *J Occup Environ Med.* 2002;44(9):806-14. <http://dx.doi.org/10.1097/00043764-200209000-00002>
28. Loukzadeh Z, Shojaoddiny-Ardekani A, Mehrparvar A H, Yazdi Z, Mollasadeghi A. Effect of exposure to a mixture of organic solvents on hearing thresholds in petrochemical industry workers. *Iran J Otorhinolaryngol.* 2014;26(77):235-43.
29. Sliwinska-Kowalska M, Zamyslowska-Szmytke E, Szymczak W, Kotylo P, Fiszer M, Dudarewicz A et al. Hearing loss among workers exposed to moderate concentrations of solvents. *Scand J Work Environ Health.* 2001;27(5):335-42. <http://dx.doi.org/10.5271/sjweh.622>
30. 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>