

Função coclear em escolares expostos aos agrotóxicos

Cochlear function in students exposed to pesticides

Tatiana Rodrigues Garcia¹
Maria Isabel Kós Pinheiro de Andrade¹
Silvana Maria Frota¹
Maria de Fátima Miranda¹
Raphael Mendonça Guimarães¹
Armando Meyer¹

Descritores

Agrotóxicos
Emissões Otoacústicas Evocadas
Células Ciliadas Externas
Função Coclear
Estudante

Keywords

Pesticides
Evoked Otoacoustic Emissions
Outer Hair Cells
Cochlear Function
Student

RESUMO

Objetivo: Estimar a magnitude da associação entre a exposição a agrotóxicos e o risco de alteração da função coclear de estudantes expostos a agrotóxicos. **Método:** Neste estudo, foram avaliados indivíduos entre 8-30 anos, de ambos os gêneros, residentes em área de intensa utilização de agrotóxicos no município de Nova Friburgo, Estado do Rio de Janeiro. Cada participante do estudo respondeu a um questionário para aferir o grau de exposição a agrotóxicos. Para avaliação da função coclear, foram realizados os exames de audiometria, emissões otoacústicas evocadas por estímulo transitente (EOAET) e por produto de distorção (EOAPD). **Resultados:** As respostas das EOAET foram, em média, menores nas altas frequências, especialmente 2,0 e 4,0 kHz, e, nestas frequências, também menores entre os indivíduos mais expostos. Padrão similar foi observado para as respostas das EOAPD. Para estas, o menor nível de resposta foi observado na frequência de 6 kHz, no grupo com maior escore de exposição. A proporção de falhas observadas em mais de uma frequência nas EOAET, na OD, no grupo de maior exposição, foi significativamente superior àquela observada no grupo menos exposto. No teste das EOAPD, o percentual de falhas também foi superior no grupo de maior exposição, quando comparado ao de menor exposição. **Conclusão:** Os resultados sugerem que a exposição a agrotóxicos pode contribuir significativamente para alterações da função coclear de indivíduos com limiares audiométricos ainda preservados.

ABSTRACT

Purpose: To estimate the degree of association between exposure to pesticides and the risk of alteration in cochlear function in students exposed to pesticides. **Methods:** This study evaluated individuals aged 8 to 30, of both genders, residing in an area of heavy pesticide use in the town of Nova Friburgo, Rio de Janeiro State. Each study participant answered a questionnaire to assess their degree of pesticide exposure. To evaluate cochlear function, audiometry exams were performed, including transient evoked otoacoustic emissions (TEOAEs) and distortion product otoacoustic emissions (DPOAEs). **Results:** The TEOAE responses were on average lower at higher frequencies, especially at 2.0 and 4.0 kHz, and lower at these frequencies among the most exposed individuals. A similar pattern was observed for DPOAE responses. The lowest response level in the DPOAE tests was observed at the frequency of 6 kHz in the group with the highest exposure score. The proportion of failures observed at more than one frequency in the TEOAE tests on the right ear was significantly higher in the highest exposure group when compared to the lowest exposure group. In the DPOAE test, the rate of failure was also greater in the group with highest exposure when compared to that of lowest exposure. **Conclusion:** The results suggest that exposure to pesticides can significantly contribute to alterations in cochlear function in individuals with preserved audiometric thresholds.

Endereço para correspondência:
Tatiana Rodrigues Garcia
Serviço de Fonoaudiologia
R. Rodolpho Paulo Rocco, 255,
3º andar, Cidade Universitária,
Ilha do Fundão, Rio de Janeiro (RJ),
Brasil, CEP: 21941-913.
E-mail: tatirodriguesgarcia@gmail.com

Recebido em: Março 25, 2016

Aceito em: Novembro 09, 2016

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

INTRODUÇÃO

No Brasil, o processo de modernização da agricultura ocorreu durante a ditadura militar, com o propósito de aumento da produção agrícola. Esse modelo foi baseado no extenso uso de insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos e na mecanização para plantações em grandes extensões de terra. Todo este processo tem sido considerado grande fonte de contaminação dos ecossistemas, dos trabalhadores e da população local⁽¹⁾.

Neste contexto, intoxicações por agrotóxicos são registradas todos os anos. Entretanto existem subnotificações dos registros, subestimando a dimensão do problema. A produção rural e o uso de agrotóxicos crescem a cada ano. Além das intoxicações agudas, os agrotóxicos vêm sendo comumente associados a diversos outros problemas de saúde⁽²⁾, dentre eles problemas auditivos⁽³⁾.

Alterações auditivas fazem parte do processo natural do envelhecimento. Contudo, em países industrializados, podem ocorrer de forma precoce, devido à exposição ao ruído ocupacional e a agentes químicos ototóxicos⁽⁴⁾.

A perda auditiva decorrente de ototoxicidade geralmente acomete as frequências altas⁽⁵⁾. Estas frequências estão situadas de 5 a 10 milímetro (mm) da janela oval e apresentam maior vulnerabilidade. Isto pode estar associado às características de ressonância da orelha externa e média, às características mecânicas e anatômicas da cóclea e também ao seu suprimento sanguíneo⁽⁶⁾.

A utilização de agrotóxicos está deixando de ser uma questão relacionada especificamente à produção agrícola e se transforma em um problema de saúde pública⁽⁷⁾.

Estudos epidemiológicos sugerem maior prevalência de perda auditiva entre agricultores expostos ao ruído, podendo iniciar na infância^(8,9). Entretanto, estudos sobre a ação tóxica dos agrotóxicos no sistema auditivo ainda são escassos. Sabe-se, por exemplo, que roedores expostos a agrotóxicos apresentaram alterações na morfologia da cóclea nas três espiras analisadas, nas células do sáculo e utrículo⁽¹⁰⁾.

Alguns estudos realizados com emissões otoacústicas evocadas (EOAE) em indivíduos expostos a ruído encontraram redução do nível de respostas nas frequências pesquisadas^(11,12). Essas alterações podem ocorrer mesmo que não haja ainda alterações nos limiares audiométricos⁽¹³⁾. Portanto, o exame de EOAE pode ser usado na detecção precoce da perda auditiva. Assim, o presente estudo teve como objetivo estimar a magnitude da associação entre a exposição a agrotóxicos e o risco de alteração da função coclear, através das emissões otoacústicas evocadas em estudantes expostos a agrotóxicos de uma região agrícola do município de Nova Friburgo, RJ, com limiares audiométricos preservados.

MÉTODO

População e local de estudo

Este estudo de delineamento transversal foi realizado na região da Microbacia de São Lourenço, em Nova Friburgo, RJ. Essa Região localiza-se a 1000-1200 metros (m) de altura e é cercada pelas Serras do Mar e dos Órgãos. Nesta região, encontra-se o

Colégio onde foi realizado este estudo. A escolha dos estudantes desta escola como população de estudo deveu-se ao seu modelo de ensino adotado, que intercala um período de aulas na escola com um período sem aulas, no qual os estudantes auxiliam seus pais nas atividades agrícolas.

Foram convidados a participar do estudo todos os alunos de uma escola da Microbacia de São Lourenço. Assim, uma amostra inicial por conveniência, composta de 243 alunos de ambos os gêneros, com idades entre 8 e 30 anos, foi estabelecida. Destes, 22 alunos foram excluídos por alterações dos limiares audiológicos, 9 foram excluídos por apresentarem cerúmen ou corpo estranho no meato acústico externo e 7 outros foram excluídos com base em timpanograma com curvas tipo “B” ou “C”. Assim, o número de participantes encaminhados para a avaliação das emissões otoacústicas evocadas foi de 205 estudantes. A faixa etária foi dividida em 8-19 anos (crianças/adolescentes) e 20-30 anos (adultos).

Aspectos éticos

O estudo considerou os aspectos éticos recomendados pela Resolução 196/96 sobre Pesquisa envolvendo seres humanos, incluindo, entre outros, a obtenção do Consentimento Livre e Esclarecido dos indivíduos. Assegura que a participação não acarretará nada que possa levar a danos físicos, psíquicos, morais, intelectuais, sociais, culturais ou espirituais dessas pessoas.

Todos os indivíduos que aceitaram participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento Livre e Esclarecido. O estudo foi submetido e aprovado, seguindo as normas do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Estudos em Saúde Coletiva, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com o número 67/2011.

Coleta de dados

Depois da seleção, os alunos foram convidados a responder a um questionário (Apêndice A), adaptado do *Agricultural Health Study*⁽¹⁴⁾, para aferir o grau de exposição a agrotóxicos. A aplicação do questionário foi realizada por dois aplicadores previamente treinados. O instrumento continha também perguntas relacionadas a informações pessoais, informações sobre ocupação e hábitos de vida, informações gerais de saúde e informações auditivas. O tempo, tipo de exposição, processo de trabalho e o tipo de agrotóxico utilizado também foram investigados. O instrumento permitiu gerar um *score* de exposição a agrotóxicos, que variou entre 0 (menos exposto) e 63 (mais exposto). Os participantes foram então categorizados em 4 grupos de exposição de acordo com os quartis do *score*.

Exame audiológico

Meatoscopia

Todos os participantes foram submetidos à meatoscopia através do otoscópio clínico 2000 mini da marca Heine, objetivando a inspeção do meato acústico externo. Indivíduos que apresentaram cerúmen e alterações na membrana timpânica foram excluídos do estudo e encaminhados para avaliação médica.

Avaliação audiológica básica

As avaliações audiológicas foram realizadas em cabine com isolamento acústico, específica para a realização da Audiometria, utilizando audiômetro da marca Intercoustic modelo AC30. A audiometria tonal limiar foi realizada para aferição dos limiares auditivos. A pesquisa dos limiares foi realizada por via aérea e via óssea. Os participantes foram submetidos também a pesquisa do limiar de reconhecimento de fala (LRF) e índice percentual de reconhecimento de fala (IPRF).

Os indivíduos que apresentaram limiar auditivo superior a 20 decibéis, nível de audição (dB NA) foram excluídos do estudo e, portanto, não foram submetidos à avaliação das emissões otoacústicas.

Imitanciometria

A avaliação da orelha média foi realizada utilizando-se imitanciômetro da marca Interacoustic modelo AZ7. Participantes com alterações de orelha média, caracterizadas pelas curvas “B” e “C”, foram excluídos do estudo e encaminhados ao serviço médico. Portanto só entraram no estudo aqueles alunos com timpanograma do tipo A, cujo ponto máximo de admitância variou de 0 a 100 deca Pascal (daPa).

Emissões Otoacústicas Evocadas (EOAE)

Na avaliação das EOAE, foi utilizado o equipamento Otodynamics OEA EZ – Echoport ILO288 da marca ILO acoplado a um *notebook*. Os exames foram realizados em uma sala silenciosa. Uma sonda, modelo SGD General TE+DPOAE foi acoplada ao equipamento e inserida no meato acústico externo, após inspeção. O exame foi realizado nas duas orelhas de cada participante.

Emissões Otoacústicas Evocadas Transientes (EOAET)

As EOAET foram registradas em resposta a um estímulo por clique. A intensidade do estímulo foi em torno de 80 dBNPS (nível de pressão sonora), reprodutibilidade maior que 50%, e estabilidade da sonda igual ou superior a 70%. Foi utilizado o protocolo “TE Screen 70% a 3/4 frequências”, avaliando as bandas de frequência de 1, 1,5; 2; 3 e 4 kilohertz (kHz), porém a frequência de 1 kHz não foi analisada pois apresentou alteração na reprodutibilidade e amplitude da relação Sinal/Ruído (S/R). Nível de resposta da relação S/R igual ou superior a 3 dBNPS foi definido como critério para presença de resposta. O indivíduo deveria apresentar presença de resposta em pelo menos três bandas de frequência, sendo obrigatoriamente presente a banda de 4 kHz. As respostas obtidas dentro dos critérios acima citados foram consideradas “passa” e os exames diferentes destes foram considerados “falha”⁽¹⁵⁾.

Emissões Otoacústicas Evocadas por produtos de distorção (EOAPD)

A avaliação foi realizada para as frequências de 1,5; 2,0; 3,0; 4,0 e 6,0 KHz. O protocolo utilizou 2 níveis de intensidade: L1=65 dBNPS e L2=55 dBNPS. Para caracterizar a presença

ou ausência da resposta, foi utilizada a relação S/R igual ou superior 6 dBNPS⁽¹⁶⁾.

O indivíduo deveria apresentar presença de resposta em pelo menos quatro bandas de frequência, sendo obrigatoriamente presente a banda de 4 kHz e 6 kHz. As respostas obtidas dentro dos critérios acima citados foram consideradas “passa” e os exames diferentes destes foram considerados “falha”.

Análise estatística

Para analisar os dados obtidos, agrupamos os participantes de acordo com os quartis do *score* de exposição a agrotóxicos. As respostas das EOAE foram então verificadas em cada quartil, bem como as variáveis gênero e faixa etária. Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) para discriminar as respostas médias obtidas em cada grupo de exposição. O teste Quiquadrado de Pearson foi realizado para a análise referente ao critério “passa/falha” das EOAE em cada orelha e na análise da relação S/R por faixa de frequência. Finalmente, foi realizada uma análise de regressão logística para o cálculo das razões de chance (Odds ratio) de ausência de resposta das EOAE e EOAPD para cada grupo de exposição a agrotóxicos, utilizando-se o quartil I (menos expostos) como referência.

RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as principais características da população de estudo. Dos 205 estudantes avaliados, 78% trabalhavam na agricultura e, destes, 69,3% reportaram exposição a agrotóxicos. Houve predominância de indivíduos na faixa etária de 8-19 anos (89,8%) e equivalência com relação ao gênero.

Tabela 1. Principais características da população estudada em relação ao gênero, Faixa Etária, Exposição ao ruído, Exposição a solventes, trabalho na agricultura e Exposição aos agrotóxicos, (N=205)

Variável	N	%
Gênero		
Feminino	99	48,3
Masculino	106	51,7
Faixa Etária		
8-19 anos	184	89,8
20-30 anos	21	10,2
Exposição a ruído*		
Não	159	77,6
Sim	46	22,4
Exposição a solventes**		
Não	182	88,3
Sim	23	11,2
Trabalha na agricultura		
Não	45	22
Sim	160	78
Exposição ao agrotóxico		
Não	63	30,7
Sim	142	69,3

* Dirigir caminhões, tratores, ônibus, moer alimentos ou soldar; ** Solventes para limpeza de equipamentos utilizados

A Tabela 2 fornece a média, mediana e desvio padrão para a relação S/R das EOAET e EOAPD, em função dos quartis de exposição a agrotóxicos. Com relação às EOAET, observou-se que, quanto maior a exposição, menores foram as respostas, tanto médias como medianas, principalmente entre as frequências de 2,0 e 4,0 kHz. Entretanto, tal efeito não foi detectável pelo teste de ANOVA. Já para o teste de EOAPD, observou-se resultado

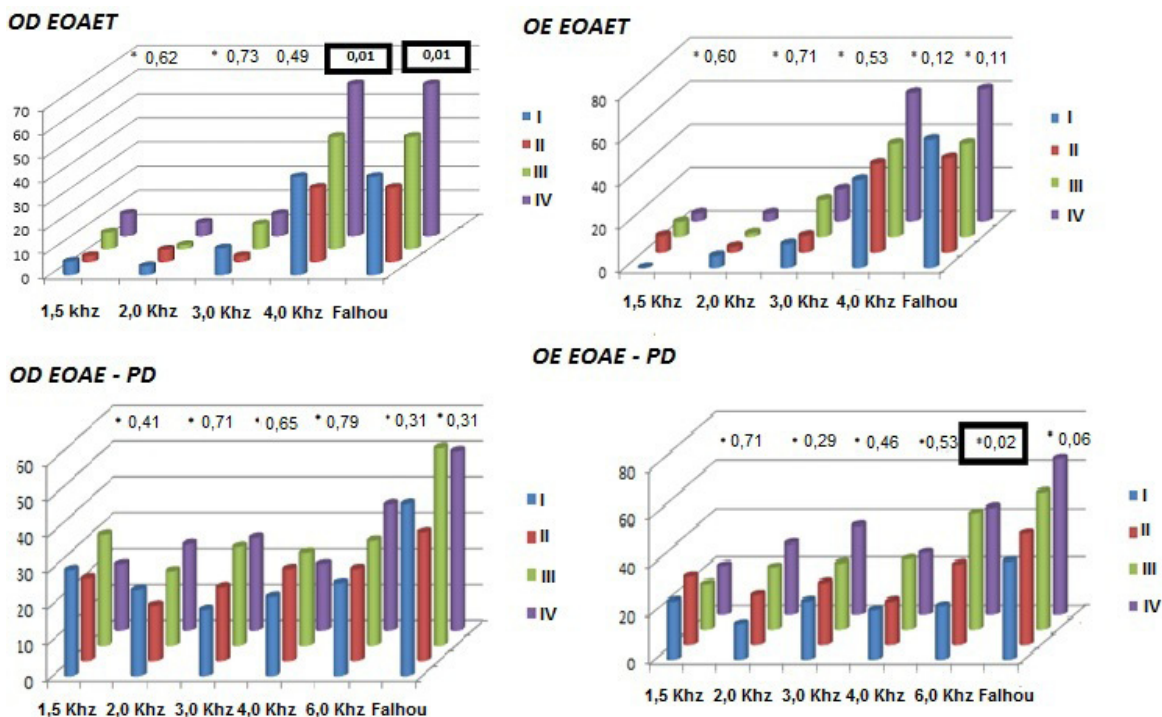
semelhante, ou seja, menores respostas médias e medianas em indivíduos mais expostos, porém este efeito foi mais intenso na frequência mais alta (6 kHz), cujo teste de ANOVA revelou um *p* valor com significância marginal.

A Figura 1 apresenta os resultados da relação S/R e do critério “passa/falha” das EOAET e EOAPD, para cada quartil, subdividido por *score* de exposição, e por orelha. Os estudantes

Tabela 2. Medidas de Tendência Central, Média, Mediana e (Desvio Padrão), da relação S/R dos quartis de exposição, (N=205)

Grupo**		I	II	III	IV	p valor*
EOAET						
Média	1,5 kHz	11,5 (5,2)	11,7 (5,5)	11,9 (5,6)	11,1 (4,9)	0,86
	2,0 kHz	12,1 (5,5)	12,3 (5,0)	12,4 (4,5)	10,9 (4,6)	0,78
	3,0 kHz	9,4 (5,1)	9,8 (4,6)	8,8 (5,0)	8,1 (4,4)	0,35
	4,0 kHz	5,2 (4,9)	5,4 (4,5)	4,6 (4,3)	2,9 (3,4)	0,18
Mediana	1,5 kHz	10,8	11,5	12	11,4	
	2,0 kHz	11,8	12,6	12,8	10,7	
	3,0 kHz	9,3	9	8,5	7,7	
	4,0 kHz	4,3	4,6	4,3	1,9	
EOAPD						
Média	1,5 kHz	11,1 (8,0)	12,4 (7,8)	11,1 (7,4)	11,9 (7,1)	0,79
	2,0 kHz	11,9 (6,7)	16,6 (6,5)	10,6 (6,6)	10,6 (7,1)	0,47
	3,0 kHz	12,1 (6,9)	11,2 (6,2)	9,8 (6,1)	9,9 (6,6)	0,28
	4,0 kHz	11,3 (7,4)	11,4 (6,1)	10,6 (7,1)	10,8 (6,5)	0,31
	6,0 kHz	12,0 (7,9)	11,6 (8,1)	9,3 (7,6)	8,6 (7,1)	0,09
Mediana	1,5 kHz	10,4	13,6	10,9	11,5	
	2,0 kHz	11,5	12,7	10,2	9,5	
	3,0 kHz	13	10,9	10,7	10	
	4,0 kHz	11,3	11,25	11,5	9,9	
	6,0 kHz	12,7	12	9,4	7,7	

*p valor obtido pelo teste de análise de variância (ANOVA); **grupo I é o grupo menos exposto e o quartil IV é o mais exposto



*p valor obtido através do teste Quiquadrado de Pearson (N >5) e Fisher (N <5)

Figura 1. Frequência da relação S/R e do critério “passa/ falha”, subdividido por score de exposição, e por orelha, na amostra total, (N = 205)

que reportaram maior exposição (quartil IV) apresentaram número de alterações em 4 kHz para EOAE na orelha direita (OD) significativamente superior, quando comparados aos estudantes menos expostos (Grupo I). Estes estudantes também apresentaram maior frequência de falhas que o grupo de comparação ($p < 0,05$).

No teste das EOAPD, a proporção de falhas foi significativamente mais elevada nos grupos mais expostos (quartis III e IV), na frequência de 6 kHz, na orelha esquerda (OE). Para as respostas das EOAPD, o critério “passa/falha” esteve marginalmente associado ao grau de exposição ($p = 0,06$).

A Tabela 3 apresenta a análise descritiva do critério “passa/falha” das EOAE, por quartil de exposição, gênero e faixa etária. As alterações nas respostas das EOAE estiveram associadas com o quartil de exposição ($p=0,016$) e marginalmente associadas ao gênero do participante ($p=0,062$), sendo ligeiramente mais frequentes entre os homens. Alterações nas EOAE não estiveram associadas à faixa etária ($p=0,181$). No que tange às EOAPD, suas alterações também mostraram associação com a exposição a agrotóxicos ($p=0,006$), mas não com o gênero ($p=0,546$) e a faixa etária ($p=0,594$) do participante.

A Tabela 4 apresenta os resultados do critério “passa/falha”, da análise de regressão logística. O quartil I foi utilizado como grupo de comparação para os demais quartis. A chance de alunos mais expostos (quartil IV) apresentarem falhas no teste das EOAE foi cerca de 3,5 vezes maior que entre os estudantes do quartil I (OR bruta: 3,44; IC95%: 1,40-8,44 & OR ajustada: 3,65; IC95%: 1,35-9,86). As estimativas de risco também estiveram elevadas para os estudantes dos grupos 2 e 3, quando comparados com os do grupo 1, porém sem significância estatística. Ainda assim, o teste de tendência revelou-se significativo ($p=0,029$ para o modelo bruto e $p=0,035$ para o modelo ajustado), sugerindo que quanto maior a exposição, maior a magnitude

do risco de alterações da função coclear. A chance de alteração da função coclear, avaliada através das EOAPD, também foi significativamente maior entre os estudantes do quartil IV, quando comparados com os do 1º. (OR bruta: 2,87; IC95%: 1,12-7,36 & OR ajustada: 2,61; IC95%: 1,18-7,15). Uma vez mais o teste estatístico revelou tendência de aumento do risco, com o aumento da exposição ($p=0,051$ para o modelo bruto e $p=0,043$ para o modelo ajustado).

DISCUSSÃO

A desordem sensorial do aparelho vestibulococlear pode ser causada por uso de drogas ototóxicas, exposição aos agrotóxicos, exposição ao ruído ocupacional, solventes⁽¹⁷⁾, entre outros fatores.

Os dados obtidos neste estudo sugerem que os alunos da referida escola, em Nova Friburgo, estão expostos a agrotóxicos. Uma minoria está exposta a ruído ocupacional e a solventes, quando manuseiam equipamentos utilizados na lavoura.

A população Jovem de São Lourenço participa ativamente da agricultura e necessita ter sua audição monitorada. Um estudo realizado recentemente nos Estados Unidos, testou programas de educação em saúde auditiva em jovens que realizam atividade rural, porém só avaliou a exposição a ruídos na fazenda e no período de lazer⁽¹⁸⁾.

Alguns estudos apontam para a possibilidade de detecção precoce da perda auditiva através do exame de emissões otoacústicas evocadas⁽¹⁹⁾. Quando as respostas estão presentes, indicam uma forte evidência de função coclear normal ou próxima do normal, tornando-se assim uma ferramenta importante na avaliação objetiva. O teste das EOAE pode detectar alterações nas células ciliadas externas mesmo antes de revelar mudanças na audiometria convencional⁽²⁰⁾.

Tabela 3. Análise descritiva do critério “passa/falha”, por quartil de exposição, gênero e faixa etária, (N=205)

		EOAET			p valor*	EOAE – PD			p valor*
		Normal	Alterada	Total		Normal	Alterada	Total	
Grupos	I	26 (48,1%)	28 (51,9%)	54 (100,0%)	0,016	25 (46,3%)	29 (53,7%)	54 (100,0%)	0,006
	II	17 (43,6%)	22 (56,4%)	39 (100,0%)		16 (41,0%)	23 (59,0%)	39 (100,0%)	
	III	24 (41,4%)	34 (58,6%)	58 (100,0%)		12 (20,7%)	46 (79,0%)	58 (100,0%)	
	IV	11 (20,4%)	43 (79,6%)	54 (100,0%)		12 (22,2%)	42 (77,8%)	54 (100,0%)	
Gênero	Feminino	37 (37,4%)	62 (62,6%)	99 (100,0%)	0,062	24 (24,2%)	75 (75,8%)	99 (100,0%)	0,546
	Masculino	28 (26,4%)	78 (73,6%)	106 (100,0%)		26 (24,5%)	80 (75,5%)	106 (100,0%)	
Faixa	8-19 anos	56 (30,4%)	128 (69,6%)	184 (100,0%)	0,181	45 (24,5%)	139 (75,5%)	184 (100,0%)	0,594
	20-30 anos	9 (42,9%)	12 (57,1%)	21 (100,0%)		5 (23,8%)	16 (76,2%)	21 (100,0%)	

*obtido através do teste de Quiquadrado de Pearson

Tabela 4. Comparação entre os resultados do critério “passa/falha”, considerando o grupo I como referência, (N=205)

		EOAET		EOAPD	
		ORb* (IC 95%)	ORa** (IC 95%)	ORb* (IC 95%)	ORa** (IC 95%)
Grupos	I	1	1	1	1
	II	1,23(0,52-2,87)	1,27 (0,54-2,98)	1,00(0,42-2,40)	1,02(0,53-2,31)
	III	1,31(0,61-2,81)	1,29 (0,60-2,81)	2,14(0,90-5,08)	2,08(0,89-4,91)
	IV	3,44(1,40-8,44)	3,65 (1,35-9,86)	2,87(1,12-7,36)	2,61(1,18-7,15)
p de tendência	0,029	0,035	0,051	0,043	

*Odds ratio bruta; **Odds ratio ajustada por gênero e faixa etária

As médias obtidas na relação S/R das EOAET apresentaram uma tendência de diminuição, com maior número de falhas, entre as frequências de 2,0 e 4,0 kHz. No teste de EOAPD, esta diminuição foi mais evidente na banda de frequência de 6 kHz, no grupo com maior escore de exposição. Esses resultados são compatíveis com estudos que relatam que as frequências altas são as mais afetadas nesse tipo de exposição^(12,21).

Resultados semelhantes foram encontrados nas análises da relação S/R, para cada orelha separada. Observou-se maior proporção de falhas na frequência de 4 kHz para EOAET no grupo mais exposto, tanto para a OD como para a OE. Para o registro das EOAPD, foi encontrado o maior percentual de alterações também na frequência de 6 kHz bilateralmente. Esses dados podem ser explicados de acordo com a tonotopia da cóclea. Na base da cóclea, estão situadas fibras curtas e rígidas que apresentam resposta às altas frequências e, no ápice, essas fibras são longas e flexíveis, vibrando na presença de baixas frequências⁽²²⁾.

Estudos revelam que os agentes ototóxicos comprometem as frequências altas antes das frequências baixas, devido a sua configuração anatômica⁽²³⁾.

Os achados nas emissões otoacústicas evocadas em indivíduos com limiares auditivos dentro dos critérios de normalidade são de aproximadamente 98%, discordando dos achados na presente pesquisa, em que os indivíduos, mesmo do grupo com menor exposição, apresentaram normalidade das respostas em 48,1% nas EOAET e 46,3% nas EOAPD. Provavelmente, esse fato pode ser explicado pela exposição ambiental e alimentar que acometem todos os residentes daquela região de Nova Friburgo⁽²⁴⁾.

Homens e mulheres apresentaram resultados iguais na alteração das respostas para o teste das EOAPD, não sendo necessário realizar a análise ajustada dos dados. Em contrapartida, encontramos nas EOAET maior alteração nas respostas obtidas pelos homens, dados que foram evidenciados mesmo quando foi realizada a análise ajustada para razão de chances. Esse fato pode estar associado ao trabalho realizado na lavoura, pois os homens estão diretamente ligados ao trabalho agrícola, já as mulheres estão expostas indiretamente através das suas atividades realizadas no lar, como lavar as roupas e equipamentos utilizados no campo, bem como ajudar na pulverização puxando a mangueira e limpar a poeira da casa⁽²⁵⁾.

O presente estudo encontrou uma associação positiva entre exposição a agrotóxicos e alteração da função coclear, avaliada por meio de EOAE. O teste de EOAET apresentou maior sensibilidade quando comparado ao teste de EOAPD para detecção dessa associação, ao realizar a análise específica em cada frequência testada. Contudo, os resultados foram semelhantes ao considerar a resposta alterada em duas ou mais frequências testadas, independentemente da orelha.

Alguns autores realizaram um estudo com 270 trabalhadores metalúrgicos do gênero masculino, entre 18 e 30 anos, divididos em dois grupos: GI (160 trabalhadores com 1 a 5 anos de exposição) e GII (110 trabalhadores com exposição maior que 5 anos). Entre as EOAT do GI, 82% passaram e 5,62% falharam bilateralmente; já no GII, 80% passaram e 7,3% falharam bilateralmente. Entre as EOAPD no GI, 96,9% passaram e 0,6% falhou bilateralmente. No GII, 97,3% passaram e 0,9% falhou bilateralmente⁽¹¹⁾.

Comparando os resultados deste estudo com o citado anteriormente, encontramos maior proporção de falhas para EOAET em relação ao teste das EOAPD, corroborando com a afirmação de que o exame das EOAET é uma importante ferramenta para a detecção precoce de alterações na fisiologia coclear decorrentes da exposição ocupacional, tanto para ruído como para agentes ototóxicos.

Sugerimos que novos estudos sejam realizados com os estudantes da região para monitoramento da saúde auditiva, já que muitos continuarão sendo expostos aos agrotóxicos. Um estudo longitudinal poderá corroborar para a associação entre exposição e alterações cocleares.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem que a exposição a agrotóxicos aumenta o risco de alterações da função coclear. Neste sentido, as emissões otoacústicas evocadas podem contribuir precocemente no diagnóstico de alterações auditivas, quando os limiares da audiometria ainda não estiverem alterados.

REFERÊNCIAS

1. Gasparini MF, Freitas CM. Trabalho rural, saúde e ambiente: as narrativas dos produtores de flor frente aos riscos socioambientais. *Ambient Soc*. 2013;16(3):23-44. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2013000300003>.
2. Rigotto RM, Silva AMC, Ferreira MJM, Rosa IF, Aguiar ACP. Tendências de agravos crônicos à saúde associados a agrotóxicos em região de fruticultura no Ceará, Brasil. *Rev Bras Epidemiol*. 2013;16(3):763-73. PMID:24896288. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2013000300019>.
3. Sena TRR, Vargas MM, Oliveira CCC. Saúde auditiva e qualidade de vida em trabalhadores expostos a agrotóxicos. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2013;18(6):1753-61. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232013000600026>.
4. Gonçalves CGDO, Marques JM, Ribas A, Lacerda ABMD, Lobato DCB, Costa GL, et al. Caracterização dos limiares auditivos de odontólogos numa população da cidade de Curitiba-PR, Brasil. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2012;16(1):32-8.
5. Liberman PHP, Goffi-Gomez M, Schultz C, Lopes LF. What are the audiometric frequencies affected are the responsible for the hearing complaint in the hearing loss for ototoxicity after the oncological treatment? *Arq Int Otorrinolaringol*. 2012;16(1):26-31.
6. Jerger S, Jerger J. Alterações auditivas. São Paulo: Atheneu; 1989.
7. Carneiro FF, Rigotto RM, Augusto LGS, Friedrich K, Burigo AC. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular; 2015.
8. Sliwinka-Kowalska M, Davis A. Noise-induced hearing loss. *Noise Health*. 2012;14(61):274-80. PMID:23257577. <http://dx.doi.org/10.4103/1463-1741.104893>.
9. Ehlers JJ, Graydon PS. Criando parcerias para superar as barreiras e educar a comunidade sobre a prevenção: perda auditiva na agricultura induzida por ruído. *Ruído e Saúde*. 2011;13(51):142.
10. Körbes D, Silveira AF, Hyppolito MÂ, Munaro G. Alterações no sistema vestibulococlear decorrentes da exposição ao agrotóxico: revisão de literatura Vestibulocochlear system alterations caused by exposure to pesticides: a literature review. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2010;15(1):146-52. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342010000100024>.
11. Almeida ND Fo, Filletti F, Guillaumon HR, Serafini F. Intensidade do ruído produzido em sala de aula e análise de emissões acústicas em escolares. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2012;16(1):91-5.
12. Aita ADC, Siqueira LP, Aita FS. O uso de emissões otoacústicas como ferramenta auxiliar no diagnóstico de efeitos da exposição ao ruído. *RBSO*. 2011;36(124):282-7.

13. Santos VF, Silva DTC, Py MO. Emissões otoacústicas como instrumento de triagem auditiva em 431 crianças de 1 a 12 anos. *Distúrb Comun.* 2014;26(1):5-14.
14. Agricultural Health Study [Internet]. Farmer applicator questionnaire. Durham: Agricultural Health Study; 1996 [citado em 2012 Nov 11]. Disponível em: <http://aghealth.nci.nih.gov/qnaires/farmer.pdf>
15. Augusto LSC, Kulay LA, Franco ES. Audição e exposição ao tolueno-uma contribuição para o tema. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2012;16(2):246-58. PMID:25991943.
16. Amorim RB, Lopes AC, Santos KTP, Melo ADP, Lauris JRP. Alterações auditivas da exposição ocupacional em músicos. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2008;12(3):377-83.
17. Silva VG, Sampaio ALL, Oliveira CACP, Tauil PL, Jansen GMB. Hair cell alteration prevalence rates in students of a school in Distrito Federal. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2012;78(4):91-7.
18. McCullagh MC, Banerjee T, Yang J. Protocol of a test of hearing health education programs for farm and rural youth. *BMC Public Health.* 2015;15(1):1. PMID:26475373. <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-015-2393-y>.
19. Sulaiman AH, Husain R, Seluakumaran K. Evaluation of early hearing damage in personal listening device users using extended high-frequency audiometry and otoacoustic emissions. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2014;271(6):1463-70. PMID:23812554. <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-013-2612-z>.
20. Baradarnfar MH, Karamifar K, Mehrparvar AH, Mollasadeghi A, Gharavi M, Karimi G, et al. Amplitude changes in otoacoustic emissions after exposure to industrial noise. *Noise Health.* 2012;14(56):28-31. PMID:22387710. <http://dx.doi.org/10.4103/1463-1741.93329>.
21. Boger ME, Sampaio ALL, Oliveira CACP. Emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em trabalhadores normo-ouvintes expostos ao ruído ocupacional. *Revista Eletrônica Gestão & Saúde.* 2013;4(2):2065-77.
22. Almeida MG, Sena-Yoshinaga TA, Côrtes-Andrade IF, Sousa MNC, Lewis DR. Automated auditory brainstem responses with CE-Chirp® at different intensity levels. *Audiol Commun Res.* 2014;19(2):117-23. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-64312014000200004>.
23. Liberman PHP, Goffi-Gomez MVS, Schultz C, Lopes LF. Quais as frequências audiométricas acometidas são responsáveis pela queixa auditiva nas disacusias por ototoxicidade após o tratamento oncológico? *Arq Int Otorrinolaringol.* 2012;16(1):26-31. <http://dx.doi.org/10.7162/S1809-48722012000100003>.
24. Peres F, Moreira JC. Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um pólo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil Health, environment, and pesticide use in a farming area in Rio de Janeiro State, Brazil. *Cad Saude Publica.* 2007;23(4):612-21. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X2007001600021>.
25. Araújo AJ, Lima JS, Moreira JC, Jacob SC, Soares MO, Monteiro MCM et al. Exposição múltipla a agrotóxicos e efeitos à saúde: estudo transversal em amostra de 102 trabalhadores rurais, Nova Friburgo, RJ. *Ciênc Saúde Coletiva.* 2007;12(1):115-30. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232007000100015>.

Contribuição dos autores

TRG foi responsável pela coleta de dados e redação do manuscrito; MIKPA foi responsável pela coleta de dados e delineamento do estudo; SMF fez a revisão do artigo; MFM auxiliou na coleta de dados; RMG realizou as análises estatísticas e AM foi o orientador geral da pesquisa, e responsável pela revisão e aprovação da versão final.

Apêndice A. Questionário para aferir o grau de exposição aos agrotóxicos

Questionário

I - INFORMAÇÕES GERAIS

1. NOME: _____
2. IDADE - dia, mês e ano nasceu? dia |_|_| mês |_|_| ano |_|_|_|_| OU ____ anos
3. GÊNERO: () F () M 4. ESTADO CIVIL: _____
5. ENDEREÇO: _____
6. BAIRRO: _____ 7. CIDADE: _____
8. CEP.: _____ 9. TEL.: _____
9. Mora em SÍTIO/FAZENDA/VILAREJO: _____
10. ESCOLARIDADE:
() Analfabeto () Fundamental II completo () Médio completo
() Fundamental I completo () Fundamental II incompleto () Médio incompleto
() Fundamental I incompleto () Superior incompleto () Superior completo
Quantos anos de escolaridade? _____ (caso não saiba responder acima)

II - INFORMAÇÕES DE OCUPAÇÃO E HÁBITOS

11. OCUPAÇÃO: () agricultor () outros _____
12. Há quanto tempo trabalha nesta ocupação? _____ anos; _____ meses; _____ dias
13. Trabalha ou trabalhou em outra ocupação? () SIM () NÃO QUAL? _____
HÁ QUANTO TEMPO? _____ e Continua atualmente? () SIM () NÃO
** Se NÃO-AGRICULTOR, pule para o item 17 **
14. QUANTAS HORAS gasta na lavoura? |_|_| Horas por dia
15. QUAIS SÃO OS CULTIVOS na lavoura? _____

16. A lavoura que você trabalha fica na sua residência? () SIM () NÃO
17. Qual a DISTÂNCIA da sua residência para a lavoura mais perto?
() menos de 50 metros () 100-200 metros
() 50-100 metros () mais de 200 metros
18. Quando ocorre aplicação de agrotóxicos/venenos nas lavouras, você é capaz de sentir o cheiro dentro de casa?
() SIM () NÃO
19. Você tem HORTA EM CASA? () SIM () NÃO
20. Você CONSOME O QUE PLANTA? () SIM () NÃO
21. Quais as atividades em que você trabalha/ajuda na lavoura?

Atividades	às vezes	sempre	nunca
Capinar			
Covar			
Semear			
Dubar			
Fazer leras			
Estercar			
Desbrotar			
Colher			
Preparar veneno p/ aplicação			
Puxar mangueira p/ pulverização			
Pulverizar c/ costal ou mangueira			
Lavar costal depois da aplicação			
Armazenar o agrot./veneno			

Outros: _____

III - INFORMAÇÕES DE SAÚDE

22. Você já TEVE ou TEM algum PROBLEMA DE SAÚDE? () SIM () NÃO
() Pressão Alta () Colesterol alto () Diabetes () Câncer () Aids
() Alt. Neurológica () Olhos () Pele () Pulmões () Intestino
() Cabeça () Fígado () Outros _____
25. Faz uso de medicamento ? () SIM () NÃO QUAL/QUAIS?
IS? _____

IV - INFORMAÇÕES AUDITIVAS

26. Você tem ALGUM PROBLEMA de audição? () SIM () NÃO
27. Você já percebeu algum LÍQUIDO saindo do ouvido (otorréia)? () SIM () NÃO
28. Você já fez alguma CIRURGIA no ouvido? () SIM () NÃO
29. Já teve perfuração do tímpano? () SIM () NÃO
30. Já trabalhou exposto a ruído forte? () SIM () NÃO
QUAIS? _____ Por quanto tempo? _____
31. Você acha que ESCUTA BEM em ambiente SILENCIOSO ? () SIM () NÃO
32. Você acha que ESCUTA BEM em ambiente RUIDOSO ? () SIM () NÃO
33. Você tem zumbido? () SIM () NÃO

V - INFORMAÇÕES SOBRE USO DO AGROTÓXICO

3. Qual VENENO você USA em seu TRABALHO?
() Actara (inseticida/nicotinoíde) () Curzate Br (fungicida/dimetilditiocarbamato)
() Decis (inseticida/piretroíde) () Fastac (inseticida/piretroíde)
() Glifosato (herbicida/glifosato) () Gramoxone (herbicida/paraquat)
() Lannate (inseticida/metilcarbamato) () Polytrin (inseticida/organofosforado)
() Premio (inseticida/antranilamida) () Roundup (herbicida/glifosato)
() Tamaron (inset.,acaricida/organofosforado) () Tordon (herbicida/picloram)
() Turbo (inseticida/piretroíde) () Vertimec (inset.,acaricida,nematicida/avermactina)
() Outros _____
35. Há QUANTO TEMPO você TRABALHA COM VENENO NA PLANTAÇÃO ?
() menos de 1 ano () 11-20 anos
() 1-5 anos () 21-30 anos
() 5-10 anos () mais de 30 anos
36. QUAL CONTATO VOCÊ TEM COM OS AGROTÓXICOS/VENENOS?
() direto (manipula a mistura e aplica na lavoura)
() direto (puxa a mangueira)
() indireto (a lavoura é no mesmo terreno de casa)
() indireto (lava o costal)
37. Durante a ÚLTIMA ESTAÇÃO, QUANTOS DIAS você APLICOU VENENO?
() Nunca
() 1-5 dias
() 6-25 dias
() 26-50 dias
() mais de 50 dias
38. Quantos litros e/ou quilos você usa por semana/mês? _____
39. QUANTAS VEZES POR MÊS VOCÊ USA O VENENO ?
() 1 vez () 5- 10 vezes
() 1-5 vezes () mais de 10 vezes
40. Com QUANTOS ANOS você COMEÇOU a ter CONTATO com AGROTÓXICO?
() 5-10 anos () 15-20 anos
() 10-15 anos () 21 anos ou mais
41. QUANTAS VEZES VOCÊ REALIZA ESSAS ATIVIDADES?

41.1. EXPOSIÇÃO A RUÍDO (barulho muito alto) – Dirigir caminhões, tratores, ônibus, moer alimentos ou soldar ?

- Nunca, ou menos de 1 vez por mês
 1-3 vezes por mês (mensalmente)
 1-5 vezes por semana (semanalmente)
 6-7 vezes por semana (diariamente)

41.2. MANUSEIA GASOLINA OU ALGUM SOLVENTE PARA LIMPEZA?

- Nunca, ou menos de 1 vez por mês
 1-3 vezes por mês (mensalmente)
 1-5 vezes por semana (semanalmente)
 6-7 vezes por semana (diariamente)

41.3. PINTAR

- Nunca, ou menos de 1 vez por mês
 1-3 vezes por mês (mensalmente)
 1-5 vezes por semana (semanalmente)
 6-7 vezes por semana (diariamente)

VI- HÁBITOS DE TRABALHO

42. QUANTAS HORAS você TRABALHA por dia?

- 4 horas 10 horas
 6 horas 12 horas
 8 horas mais de 12 horas

43. Com qual FREQUÊNCIA você USA EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO (EPI) quando em contato com AGROTÓXICO?

- sempre às vezes nunca uso.

EM CASO NEGATIVO, POR QUE NÃO USA FREQUENTEMENTE?

- não precisa atrapalha dificulta o trabalho
 se sente mal não tem outros _____

CASO USE EPI, RESPONDA AS QUESTÕES ABAIXO:

QUAIS EPIs VOCÊ USA?

- máscara de papel máscara de pano respirador botas
 roupas descartáveis luvas de borracha Luvas de Lã óculos
 macacões avental Outro _____

44. HÁ QUANTO TEMPO VOCÊ USA EPI?

- há menos de 1 ano mais de 10 anos
 1-5 anos sempre usou
 5-10 anos

45. Tipos de VESTIMENTA que utiliza quando APLICA OS AGROTÓXICOS ou PUXA A MANGUEIRA:

No pé	<input type="checkbox"/> calçado aberto	<input type="checkbox"/> calçado fechado	
Vestimenta superior	<input type="checkbox"/> sem camisa	<input type="checkbox"/> manga curta ou sem manga	<input type="checkbox"/> manga comprida
Vestimenta inferior	<input type="checkbox"/> bermuda ou short	<input type="checkbox"/> calça comprida	

46. Quantos dias você usa a mesma roupa para preparação e aplicação do veneno? ___ dias

47. Você lava suas mãos durante ou após o trabalho? () SIM () NÃO

48. Você toma banho logo após aplicar os agrotóxicos/venenos? () SIM () NÃO

49. Você costuma comer durante a aplicação dos agrotóxicos? () SIM () NÃO

50. Frequência de lavagem das vestimentas utilizadas na aplicação dos venenos na lavoura?

() logo após a aplicação de agrotóxicos () outro dia em diante

51. Você quem lava as vestimentas utilizadas na lavoura ? () SIM () NÃO

Código de Pontuação

Variável	Respostas	Pontuação
Horas de trabalho por dia	0-1 hora	0 pontos
	1-4 horas	1 ponto
	5-8 horas	2 pontos
	08 horas ou mais	3 pontos

Lavoura na residência	Não	0 pontos
	Sim	1 ponto
Distância da residência até a lavoura	Menos de 50 metros	3 pontos
	50-100 metros	2 pontos
	100-200 metros	1 ponto
	Mais de 200 metros	0 pontos
Tempo de exposição	Nunca	0 pontos
	1-5 anos	1 ponto
	5-20 anos	2 pontos
	21-30 anos	3 pontos
Dias de uso durante a última estação	Nunca	0 pontos
	1-5 dias	1 ponto
	6-25 dias	2 pontos
	26-50 dias	3 pontos
	Mais de 50 dias	4 pontos
Quantidade de uso por mês	Nunca	0 pontos
	1-5 vezes	1 ponto
	6-30 vezes	2 pontos
	Mais de 50 vezes	3 pontos
Idade do início do contato com agrotóxico	18 anos ou mais	0 pontos
	10-17 anos	1 ponto
	05-10 anos	2 pontos
Contato com os agrotóxicos	manipula a mistura e aplica na lavoura	4 pontos
	puxa a mangueira	3 pontos
	a lavoura é no mesmo terreno de casa	2 pontos
	lava o costal	1 ponto

		Sempre	Às vezes	Nunca
Atividades realizadas na lavoura	Capinar	1 ponto	1 ponto	0 pontos
	Covar	1 ponto	1 ponto	0 pontos
	Semear	1 ponto	1 ponto	0 pontos
	Adubar	1 ponto	1 ponto	0 pontos
	Fazer leras	1 ponto	1 ponto	0 pontos
	Estercar	1 ponto	1 ponto	0 pontos
	Desbrotar	1 ponto	1 ponto	0 pontos
	Colher	1 ponto	1 ponto	0 pontos
	Preparar veneno p/ aplicação	1 ponto	1 ponto	0 pontos
	Puxar mangueira p/ pulverização	9 pontos	8 pontos	0 pontos
	Pulverizar c/ costal ou mangueira	9 pontos	9 pontos	0 pontos
	Lavar costal depois da aplicação	8 pontos	8 pontos	0 pontos
Armazenar o agrot./veneno	9 pontos	9 pontos	0 pontos	