

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE COLETIVA



TESE DE DOUTORADO

EPIDEMIOLOGIA DA PERDA AUDITIVA EM ADULTOS
TRABALHADORES

SILVIA FERRITE GUIMARÃES

Salvador, BA

2009

SILVIA FERRITE GUIMARÃES

**EPIDEMIOLOGIA DA PERDA AUDITIVA EM ADULTOS
TRABALHADORES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Saúde Pública.

ORIENTADORA

Vilma Sousa Santana

CO-ORIENTADOR

Stephen William Marshall

Salvador, BA

2009

Ficha Catalográfica
Biblioteca do Instituto de Saúde Coletiva

F394e Ferrite, Silvia.

Epidemiologia da perda auditiva em adultos trabalhadores. / Silvia Ferrite. - Salvador: S. Ferrite, 2009.

184f.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Vilma Sousa Santana.

Tese (doutorado) - Instituto de Saúde Coletiva. Universidade Federal da Bahia.

1. Perda Auditiva. 2. Sensibilidade e Especificidade . 3. Prevalência. 4. Ruído. 5. Saúde do Trabalhador. 6. Hábito de Fumar. 7. Epidemiologia. I. Título.

CDU 613.62

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Vitor e Jenny

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força espiritual que me guia.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, pelo exemplo, por seus princípios.

A André, pelo amor, companheirismo, compreensão e por desviar meus pensamentos do trabalho quando o descanso e o lazer eram necessários.

À Vilma Santana, minha querida orientadora, por estar sempre presente, pelo incentivo às minhas potencialidades, por respeitar minhas idéias e decisões (desde que bem fundamentadas!), pelas ricas discussões, pelo estágio de doutoramento no exterior, enfim, pela amizade, e pela imensa e imprescindível participação em minha formação como epidemiologista.

Ao Instituto de Saúde Coletiva, pela excelência da Pós-Graduação, que extrapola os limites do nosso país, e que contribuiu para que eu conquistasse a oportunidade do estágio de doutoramento no exterior.

A Steve Marshall, meu orientador no estágio de doutoramento no exterior, pela receptividade e apoio em seu país, pela objetividade e efetividade de suas orientações, que me mostravam o caminho, mas nem sempre as respostas, desafiando de forma positiva o meu desenvolvimento como pesquisadora.

Ao corpo docente do Instituto de Saúde Coletiva, e em especial aos professores Maurício Barreto, Maria Inês Dourado e Eduardo Mota, pela excelência no ensino e na pesquisa em Epidemiologia.

Aos professores Charles Poole, Jane Schroeder e Steve Wing, pelo conhecimento e habilidades que adquiri em suas disciplinas na *University of North Carolina at Chapel Hill*.

Ao professor Maurício Barreto e à professora Ana Cláudia Fiorini, pelas importantes contribuições na qualificação do projeto da tese.

Ao professor Fernando Carvalho, pelo apoio e pela interlocução, mesmo que breve, na discussão sobre interação.

À minha amiga e colega, Ana Paula Corona, pelo exemplo de competência que é a sua atuação na universidade pública, pelo apoio ao meu percurso no doutorado, mesmo quando significava sobrecarga de trabalho para si mesma.

Às minhas amigas dos “Clubes”, “De Mulheres” (Renata Scarpel, Célia Thomé, Flávia Cronemberger e Inês), “Do Japa” (Ana Paula Corona, Márcia Lopes, Marlene Silva e Valéria Oliveira) e “Chaminé” (Maria Lúcia Masson e Ana Caline Costa) – o que seria de mim sem os momentos de relaxamento e alegria que compartilhamos nessa fase do doutorado?

Aos meus colegas do Departamento de Fonoaudiologia da UFBA, pelo apoio durante o período do doutorado, e pela união por um objetivo comum: o avanço (com qualidade) da Fonoaudiologia, como profissão e ciência.

À equipe do PISAT (Programa Integrado de Saúde Ambiental e do Trabalhador), pelo apoio técnico e pela companhia neste percurso, e em especial à Rosane, Renata, Cláudia e Marta.

Aos funcionários da secretaria do Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva do ISC, e em especial à Anunciação, que sempre nos recebe com um sorriso, colaborando para a redução do estresse dos pós-graduandos!

À Edna e Enoy, pelas longas conversas e pelo apoio em minha busca pelo estágio sanduíche nos EUA.

À Priscila Trezza e Carlos Silva, pela amizade.

Aos todos os amigos que fiz durante o estágio de doutoramento no exterior, em especial a Teresa Cascella, Byron Papa, Mina Kato, Nancy, Chika, Makiko e Ginger, que tornaram minha estada singular, e feliz.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto, para a minha formação em Saúde Coletiva, e para um percurso saudável na perspectiva do doutoramento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro ao projeto.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iv
SUMÁRIO	vi
APRESENTAÇÃO	viii
ARTIGOS	01
ARTIGO 1 - Validity of self-reported hearing loss in adults	02
Abstract	03
Background	04
Methods	05
Results	07
Discussion	08
Appendix	13
References	14
Table 1 - <i>Sociodemographic characteristics of the validation study sample and the parent study, Salvador, Brazil, 2006</i>	17
Table 2 - <i>Questions assessing self-reported hearing loss, the response distribution and classification</i>	18
Table 3 - <i>Overall and gender accuracy estimates of three single questions assessing self-reported hearing loss against pure-tone audiometry</i>	19
Table 4 - <i>Crude and corrected estimated prevalence of hearing loss in the parent study population</i>	20
Table 5 - <i>Findings of selected studies using a yes/no question and similar criteria for definition of hearing loss</i>	21
ARTIGO 2 - Prevalência e padrões da exposição ocupacional ao ruído e da perda auditiva em uma população geral de trabalhadores, Salvador, Brasil	22
Resumo	23
Introdução	25
Métodos	27
Resultados	29
Discussão	31
Referências	37
Tabela 1 – <i>Características sociodemográficas da população de estudo de acordo com o sexo, Salvador, Brasil, 2006</i>	40
Tabela 2 – <i>Prevalência da exposição ocupacional ao ruído de acordo com as características sociodemográficas em uma população geral de trabalhadores, Salvador, Brasil, 2006</i>	41
Tabela 3 – <i>Prevalência do uso de equipamento de proteção auditiva e da realização de audiometria de acordo com as características sociodemográficas na população de trabalhadores com história de exposição ao ruído ocupacional, Salvador, Brasil, 2006</i>	42

Tabela 4 – <i>Estimativas de prevalência, e razões de prevalência bruta e ajustada por idade da associação entre características sociodemográficas e a perda auditiva em uma população geral de trabalhadores (n=1583), Salvador, Brasil, 2006</i>	43
Tabela 5 - <i>Estimativas de prevalência, e razões de prevalência bruta e ajustada por idade da associação entre características da exposição ocupacional ao ruído e a perda auditiva em uma população geral de trabalhadores (n=1583), Salvador, Brasil, 2006</i>	44
Figura 1 – <i>Prevalência da perda auditiva por idade de acordo com a exposição ao ruído em uma população geral de trabalhadores, Salvador, Brasil, 2006</i>	45
ARTIGO 3 - Interação entre exposição ao ruído e consumo de cigarros para a perda auditiva em mulheres: um estudo de base populacional	46
Resumo	47
Introdução	49
Métodos	50
Resultados	53
Discussão	55
Referências	61
Tabela 1 – <i>Características sociodemográficas e fatores de risco para perda auditiva na população do estudo de acordo com a exposição ao ruído e o hábito de fumar</i>	66
Tabela 2 – <i>Características da exposição ao ruído e do consumo de cigarros de acordo com os grupos de exposição isolada e combinada</i>	67
Tabela 3 – <i>Prevalência bruta, razões de prevalência ajustadas e não ajustadas dos efeitos isolados e combinado da exposição ao ruído e do consumo de cigarros para a perda auditiva</i>	68
Tabela 4 – <i>Razões de prevalência ajustadas dos efeitos isolados e combinado da exposição ao ruído e das características do hábito de fumar para a perda auditiva (n=1723)</i>	69
Figura 1 – <i>Prevalência ajustada da perda auditiva auto-referida para características do hábito de fumar de acordo com a exposição ao ruído, e a prevalência esperada com base na aditividade dos efeitos</i>	70
ANEXOS	
Anexo 1 – Projeto de pesquisa da fase 4 (2006) do estudo-mãe	
Anexo 2 – Questionário de saúde auditiva	
Anexo 3 – Projeto de pesquisa da tese	
Anexo 4 – Texto didático: Modelos aditivo e multiplicativo & interação biológica	
Anexo 5 – Artigo da dissertação: Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss	

APRESENTAÇÃO

Esta tese foi realizada com dados de uma das fases de um estudo de coorte prospectiva, sob coordenação da Profa. Vilma Sousa Santana, minha orientadora e responsável pelo Programa Integrado de Saúde Ambiental e do Trabalhador do Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia (Anexo 1). Com a oportunidade de coletar dados, a partir da elaboração e aplicação de um Questionário de Saúde Auditiva (Anexo 2), vários desafios se apresentaram. O objetivo principal do Projeto da Tese (Anexo 3) era a investigação de hipótese similar à estudada durante o mestrado, quando também fui orientada por Profa. Vilma Santana, com vantagens metodológicas que permitiriam uma análise mais apropriada e complexa, superando algumas limitações verificadas no primeiro estudo (Anexo 5). O **Artigo 1**, metodológico, responde à necessidade de uma alternativa à audiometria, para a identificação de casos de perda auditiva, visto que o exame padrão-ouro não era operacionalmente viável. O **Artigo 2** nos familiariza com as relações entre trabalho e saúde auditiva na população de trabalhadores adultos de Salvador, e a distribuição dos padrões de exposição e perda auditiva de acordo com as características sociodemográficas. Os resultados deste estudo foram essenciais na delimitação da população de estudo do **Artigo 3**, que analisou a hipótese de interação entre exposição ao ruído e consumo de cigarros para a perda auditiva entre mulheres.

Agora, ao me deparar com o produto destes desafios, embora ciente de que existem imperfeições e na expectativa de receber contribuições da banca examinadora, fico feliz, pois percebo que enquanto buscava as respostas que inicialmente procurava, novos conhecimentos foram construídos e novas perguntas se apresentaram. Algumas poderão ser respondidas por outros pesquisadores, nessa fascinante dinâmica da Ciência, e outras já me motivam a enfrentar novos desafios.

Para o estágio de doutorado no exterior, segui as recomendações de minha orientadora, que me levaram às disciplinas apropriadas para uma melhor compreensão, e desenvolvimento de habilidades, relativas aos métodos de análise epidemiológica, e ainda, em saúde do trabalhador,

embora neste tópico, principalmente no que se refere às questões sociais, reconheço que ainda tenha um longo caminho a seguir. A co-orientação recebida no exterior, do Prof. Steve Marshall, foi valiosa, principalmente na análise do Artigo 1. Os conhecimentos adquiridos nas disciplinas foram essenciais para a análise do Artigo 3, e auxiliaram na interpretação dos resultados do Artigo 2.

Finalmente, apresento a tese, constituída por três artigos:

ARTIGO 1 - Validity of self-reported hearing loss in adults

ARTIGO 2 - Prevalência e padrões da exposição ocupacional ao ruído e da perda auditiva em uma população geral de trabalhadores, Salvador, Brasil

ARTIGO 3 - Interação entre exposição ao ruído e consumo de cigarros para a perda auditiva em mulheres: um estudo de base populacional

Silvia Ferrite Guimarães

ARTIGOS

Validity of Self-Reported Hearing Loss in Adults

Silvia Ferrite,¹ Vilma Sousa Santana,² Stephen William Marshall³

¹Department of Hearing and Speech Sciences, Federal University of Bahia, Salvador, BA, Brazil

²Program of Environmental and Workers' Health, Institute of Collective Health, Federal University of Bahia, Salvador, BA, Brazil

³Department of Epidemiology, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, NC, USA

Corresponding author:

Silvia Ferrite

Instituto de Ciências da Saúde

Departamento de Fonoaudiologia

Universidade Federal da Bahia

Av. Reitor Miguel Calmon, s/n, Vale do Canela

Salvador, BA, Brazil, 40110-902

E-mail: ferrite@ufba.br

Fax: +55-71-3336-0034 Phone: +55-71-3283-7418

Validity of Self-Reported Hearing Loss in Adults: a population-based study

Abstract

Background: The gold standard for measuring hearing loss (HL), pure-tone audiometry, is frequently infeasible in large-scale epidemiological studies. Self-reported hearing loss has good performance when applied to the elderly, but little is known about its accuracy in younger adult populations.

Methods: A validity analysis was performed with a sample of 188 individuals aged 30 to 65 years, a random sub-sample from 2279 participants in a population-based cohort study based in an urban city in Brazil. Overall and gender-specific accuracy measures were estimated to evaluate the performance of three self-report questions as compared to audiometry. For each question, the degree of misclassification and its effect on estimated HL prevalence was calculated.

Results: Self-report questions attained sensitivity and specificity close to 80% and 77%, respectively, with no significant differences by gender. However, positive predictive values were lower among women. Self-report questions tend to over-estimate prevalence (i.e. crude prevalence estimates were higher than those corrected for measurement error) particularly among females.

Conclusion: Self-report questions have sensitivity and specificity high enough to be recommended to identify HL in epidemiological studies with adult populations, when audiometry is not feasible. Our findings also suggest that HL prevalence based on self-report may be overestimated, particularly for females, thus adjustment based on measurement error is recommended when validity estimates are available.

Keywords: hearing loss, self-reported hearing loss, accuracy, validity, sensitivity and specificity, adults, prevalence, misclassification.

Validity of Self-Reported Hearing Loss in Adults: a population-based study

Introduction

Pure-tone audiometry – a detailed subjective procedure that requires professional habilitation, technical equipment and sound-treated booth – is considered the most accurate and the gold standard in hearing loss [HL] assessment. However its use in large-scale epidemiological studies is not always feasible because of practical constraints and costs **1**. Besides surveys in public health surveillance systems, self-reported HL has been the choice of several authors for case ascertainment **2-5** by using generic questions, which accuracy evaluation has been shown as having acceptable sensitivity [Se] and specificity [Sp] **6**.

Regarding ageing groups, the single question “Do you feel you have a hearing loss?” was found with reasonable accuracy against audiometric results in an Australian survey cohort of age-related HL (Se=78%; Sp=67%) **1**, and was the most sensitive among four questions tested in another population-based study carried out in the United States (Se=71%; Sp=71%) **7**. Both recommended the use of this question in epidemiological studies to assess the extent of HL among older adults when audiometry is not possible. The Framingham Heart Study Cohort **8** also recommended the question “Do you have a hearing problem now?” as a more effective screening method than a detailed questionnaire in identifying aged people with unrecognized HL. Although evidences of good performance of self-reported HL have given support to its application in research of ageing populations, known as having increased prevalence of HL, little is known about its accuracy in adults. In addition, while in the elderly self-reports tend to underestimate the prevalence of HL **9,10**, it is unclear whether it may be the rule within younger groups.

Hearing loss is becoming a pervasive public health problem, affecting individuals of all ages. Studies with general population and large samples require tools that can make them feasible at low cost. In this study the main purpose is to evaluate the performance of three single questions for self-reported HL assessment as compared to pure-tone audiometry in an adult population.

Methods

This study was developed as part of a prospective population-based cohort about work conditions and health outcomes, the parent study, carried out with residents of Salvador, a city with 2.7 million inhabitants in Brazil. In the 4th wave, in 2006, questions related to hearing were included in the instrument used for data collection. The sample was drawn using a one-stage random cluster area design, using city maps covering the overall urban area. Based on the expected number of adults in each household, 3.8, 29 sub-areas were selected, corresponding to 2512 families. Eligible individuals were those who declared to have paid jobs or unpaid housework for their own families at least 8 hours a week, aged 10 to 65 years. Since HL increases with age, the validity study was limited to individuals from 30 to 65 years, leaving 2279 from which a simple random sub-sample of 486 individuals was drawn. This sample size was defined for an expected Se of 0.71, keeping the 95% lower confidence limit higher than 0.5 **11**.

At first, household visits were conducted to collect data from each eligible subject using questionnaires covering sociodemographic, occupational, life-style and health-related issues, including three questions for HL assessment. For those selected to the validity study a further visit was scheduled to set appointments for hearing examination to be performed at a university health care facility. To avoid false-positive responses regarding HL to obtain free audiometry, these second visits were done only after completion of the sub-area data collection, within the 30 next days. The time interval from interview to audiometry was kept as minimal as possible.

The hearing examination was preceded by a visual inspection to identify mechanical obstruction and to prevent collapsing ear canal. Pure-tone audiometry standard procedures **12** were conducted by a qualified audiologist blinded for the responses given to the self-report assessment, in a sound-treated booth, using a calibrated Interacoustics-AD229e audiometer. Hearing thresholds were determined in each ear by means of air-conduction measurement at 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, and 8 kHz, and bone-conduction at 0.5, 1, 2, 3, 4 kHz. Exclusion criteria were ear canal obstruction and inconsistent responses to audiometry. Because of the time interval between the household interviews and the

audiometry, participants were also asked about recent changes in hearing acuity. When this occurred the questions for HL assessment were asked again.

Self-reported HL was assessed by three single generic questions ordered in the questionnaire as numbered: Q1, "Do you feel you have a hearing loss?", presenting the options "no", "yes" and "don't know", where only the response "yes" was classified as positive for HL; Q2, "In general, would you say your hearing is 'excellent', 'very good', 'good', 'fair', 'poor'?", responses "fair" and "poor" were classified as positive for HL; and Q3, "Currently, do you feel you can hear 'the same as before', 'less than before only in the right ear', 'less than before only in the left ear', 'less than before in both ears', or 'don't know'?", responses other than "the same as before" were classified as positive for HL (see Appendix). Based on the audiometry, HL was defined as a pure-tone average [PTA] of hearing thresholds at 0.5, 1, 2, 3, 4 kHz greater than 25 dB hearing level [dBHL] in the worse ear. Other variables were sex, age (categorized in tertiles by the distribution in sample to enhance data quality for post-stratification), skin color (classified as black, mulatto included; non-black), education (categorized as completion of elementary, or less; high school; college) and socio-economic status, based on the family ownership of specific goods (categorized as: low, less than three; medium, three to five; high, six to nine items).

To evaluate consistency between the subjects' responses for each pair of questions, proportions of positive, negative and overall agreement, and the kappa coefficient were calculated. Accuracy measures were sensitivity, specificity, positive predictive value [PPV] and negative predictive value [NPV]. To summarize the accuracy into a single numeric value the Youden index **13** [J] was calculated as: $J = Se + Sp - 1$. When Se and Sp are perfect J will be 1.0, and in case of no better results than chance J equals zero. Similar weighted accuracy measures were estimated by post-stratification where weights account for differences in the age and sex distribution between the validity and the parent study samples. Gender-specific estimates were also performed. The effect of misclassification on the prevalence of HL was corrected by using the formula **14**: $A = PPV \times A^* + (1 - NPV) \times (1 - A^*)$, where A is the corrected prevalence of disease, A* the observed prevalence based on self-reported data, PPV and NPV the estimated weighted positive and negative predictive values, respectively. Statistical inference was based on 95% confidence intervals adjusted by the finite population correction factor when applicable. Analyses were performed using the SAS 9.1. Study protocol was

approved by the Institutional Review Board of the Institute of Collective Health, Federal University of Bahia.

Results

From the 486 selected subjects, 160 could not be contacted during the planned study time. From the remaining 326 individuals, 13 (4.0%) refused to participate and 121 (37.1%) did not attend the scheduled exam. Hearing examinations were performed in 192 individuals. Four (2.1%) were excluded, two because of ear canal obstruction and two due to inconsistent responses to audiometry, leaving 188 individuals in the final validity study population. The mean time interval from interview to audiometry was 11.8 weeks (SD 6.0). Six participants (3.2%) reported changes in hearing acuity subsequent to the interview, but only for half of them current responses differed from original self-reports (1.6%). Participants in the validity study were older and more likely to be female compared to the parent study, while no statistically significant differences were found in the distribution of skin color, educational level and socio-economic status (Table 1).

[Table 1 here]

[Table 2 here]

In the validity sample, the true prevalence of HL, based on audiometry, was 16.5%. The HL severity of cases, as assessed by PTA, was 64.5% mild (>25 to 40dBHL), 22.6% moderate (>40 to 70dBHL), 9.7% severe (>70 to 90dBHL), and 3.2% profound (>90dBHL). The corresponding self-report prevalence estimates were 33.0%, 24.5% and 34.6% based on responses to Q1, Q2 and Q3, respectively, higher than in the parent study: Q1=17.2%, Q2=14.3%, and Q3=18.6% (Table 2). The concordance between responses to each question (Q1 x Q2; Q2 x Q3; Q1 x Q3) was always higher than 80%, and all kappa coefficients were greater than 0.55, with the highest estimates for Q1 x Q3 (concordance, 95%; positive agreement, 85.9%; negative agreement, 96.9%; kappa, 0.83, CI: 0.80-0.86).

[Table 3 here]

Overall and gender-specific accuracy estimates for each question are shown in Table 3. Weighted Se and Sp for all questions were found with acceptable values, starting at 66.9% for Se and 76.4% for Sp. Most findings were quite similar for Q1 and Q3, including a better Youden index, a higher Se but a lower Sp when compared to Q2 results. Regardless the question, high NPVs and low PPVs were estimated. Nevertheless, separated analysis by gender shows strong differences for PPVs, with better results for males.

For each single question, overall crude prevalence estimates were higher than those corrected for measurement error, as can be seen in Table 4. Gender-specific results reveal that these differences were enlarged among women, and that they disappear for Q1 and Q3 among males. Noticeable is the change in the bias direction for Q2, also limited to males.

Table 5 shows our findings and those from published studies which used similar HL definition and a yes/no question **1,7,15**. When prevalence estimates were low, under 30%, PPV falls under 60%. Also, PPV and Se estimates were smaller among women when compared with men. However, Se and NPV were higher in the younger groups. Our study population is the youngest and has the lowest prevalence of HL, and the accuracy estimates show higher Se, Sp comparable to the others, lower PPV, and higher NPV and Youden index as well.

[Table 4 here]

[Table 5 here]

Discussion

According to our findings, self-reported HL based on response to generic single questions presented levels of sensitivity and specificity high enough to be recommended to identify mild or more severe cases of HL, with one or both ears affected, as compared to results from audiometry in adult population. Questions with best accuracy performance were Q1, “Do you feel you have a hearing loss?”, and Q3, “Currently, do you feel you can hear ‘the same as before’, ‘less than before only in the

right ear', 'less than before only in the left ear', 'less than before in both ears'?). While Q1 and Q3 yielded higher sensitivity, the Q2, "In general, would you say your hearing is 'excellent', 'very good', 'good', 'fair', 'poor'?" had better specificity. All three questions had low positive predictive value, but good performance in predicting non-cases. Prevalences of HL based on self-reports were overestimated as compared to those adjusted by disease misclassification, concerning the overall population, particularly, in the female group.

The comparison of our results with estimates from other studies is limited because of distinctions on age range and case definition on audiometry. Nevertheless, regarding the same question "Do you feel you have a hearing loss?", sensitivity estimate from this study (80%) is similar to the findings for the younger group of the Epidemiology of Hearing Loss Study [EHLS] **7**, 48 to 64 years, Se=81%, higher than the older group, 65 to 92 years, Se=67%. Better sensitivity at younger ages may be explained by the tendency of older individuals disregard hearing difficulties, a dysfunction known to frequently occur along with ageing. This is supported by the results of a study carried out with individuals aged 40 to 79 years, where the elderly tended to underestimate their hearing difficulties in comparison with younger groups, given similar audiometric hearing levels **16**. In contrast, in the United States, audiometric data of the National Health and Nutrition Examination Survey [NHANES] **10**, from individuals of 20 to 69 years of age, showed lower sensitivity of self-reporting to identify audiometric confirmed bilateral HL, 65% (95% CI: 60-69). This can reflect differences in HL definition (both ears affected) and the question used based on a self-rating scale: "good hearing", "a little trouble hearing", "a lot of trouble hearing", or "deafness". Interestingly, its corresponding sensitivity estimate is comparable to our result (67%) obtained from the self-rating scale question, Q2. Low HL prevalence in our population, aged 30-65 years, could explain the low PPV and the high NPV estimates, since predictive values heavily depend on the level of true prevalences **14**. Comparable results were found in the NHANES study **10**, PPV=28%, NPV=96%. Even tests having good performances show poor PPV when applied to low-prevalence populations **17**.

The good Se and Sp of self-reported HL among the younger would be unexpected, given the prevailing mild severity **18**, usually harder to be perceived than more severe cases. However, the awareness of this sensorial dysfunction may be, partially, a result of even slight hearing difficulties, not

naturally expected to occur at younger ages, gaining more importance when perceived by the individuals themselves or from others.

It is important to stress that the three questions tested have distinct approaches and address different dimensions. The question “Do you feel you have a hearing loss?” has been the most studied as a self-report assessment against audiometric results, reported with good performances for English **1,7**, and Spanish speakers **19**, although the latter was limited to a small sample. This study adds to the knowledge the examination of a Portuguese version. Indeed, the use of a yes/no question is operationally simple, leading to better estimates as compared to multiple-alternatives **6**. Our question with scale-based answers, Q2, had worse performance when compared to a yes/no question, Q1, analogous to EHLS findings **7**. In part it could be explained because of its five possible answers where the intermediary level “good” was the preferred choice, leading to a high specificity but poor sensitivity in a low prevalence study population. Although Q3 has been used in this study for the first time, its performance was good, comparable to Q1. This was not expected because of its multiple-answers format. A strong consistency was found across responses given to Q1 and Q3, evident in the high agreement estimates with no effect due to the questions order at interview. The Q3 good performance may be because it is centered in the individual experience, far from subjective concepts, being a simple comparison of the present with the past hearing condition. Nevertheless, the category “same as before”, coded as negative for self-reported HL, may misclassify individuals with non-progressive hearing impairment since childhood. For this reason, “don’t know” was coded as an indication of self-reported HL.

The criteria for deciding the better method depend primarily on the intended application. In this case, Se and Sp are of most interest because of public health needs, instead of predictive values more useful in clinical settings. Also, when the aim is to compare prevalence across populations, the Youden index provides an appropriate validity measure of a particular question **20**. Thus, in addition to simplicity and previous knowledge, we recommend “Do you feel you have a hearing loss?” to be use in epidemiological studies with adults if audiometry is not possible. As well, based on our results and by consider a direct way to address this subject, we suggest Q3 to be examined in further studies.

After adjustment for misclassification using validity estimates, we found that prevalence of HL based on self-report was overestimated. Q1 was also analyzed in the EHLS **7** and its result confirms increased prevalence as compared to audiometry in the group aged less than 65 years. Overall, our self-reported estimates surpassed the HL prevalence in 6.7%, while EHLS reported 19.3%. Conversely, underestimation of HL true prevalence has been found in groups at old ages when based on self-reports **7,9,10**. In the present study, adjusted estimates separated by gender revealed that HL prevalence slightly differ from self-report estimates among men, 0.9% difference for Q1, in contrast to the observed 10% among women. Therefore the accounted self-reported bias could be mostly attributable to female misclassification. In general, in the opposite direction to male answers **21**, women tend to downgrade their health status leading to increased false-positives. It is consistent with findings **16** of males being less likely to report self-perceived hearing difficulty than females although they had similar audiometric hearing levels. Thus, our findings favor the use of self-reports in adult population-based surveys of HL particularly for male groups. For women, corrections are recommended, and more studies addressing the reasons of over-reporting need to be done to improve self-reporting information of HL.

In this study, the validity analysis carried out with a sample of the parental study made possible to obtain adjusted estimates for misclassification, a better choice than using data suggested by external literature, because of predictive values differences **14**. Additionally, to overcome selection bias caused by differential age and gender participation, weighted estimates were calculated, thus reported measures may apply to the original source population.

Limitations of this study include the lower participation in the validity sample of individuals who gave negative responses to self-reported HL, as compared to parent population. It could lead to a reduction of false-negatives and increased false-positives, changing actual measures into a better Se and a worse Sp estimates, respectively. Adjustments were made to overcome selection bias, but some influence in estimates may remain. In addition, pure-tone audiometry reproducibility was not measured. Since the outcome was treated as a binary variable by using a cut-point of average hearing thresholds, minor differences would not be likely to change the category classification.

Mainly, self-reported HL assessment is an alternative to make feasible large-scale epidemiology studies, when audiometry is not possible. But also, it may be useful for screening in primary health care **22**, making available a cheap and simple tool for case ascertainment. These advantages favor the implementation of programs aimed to reduce hearing deterioration and allow appropriate care, with potential larger coverage and population impact. Because of expected increases in prevalence of HL, Agrawal et al (2008) recommended the use of screening beginning at young adulthood **10**.

This study contributes to knowledge on self-report assessment of HL when applied in adult populations. Reasonable sensitivity and specificity compared with pure-tone audiometry support its application in epidemiological studies. However, our findings also suggest that prevalence based on self-report may be overestimated in adults, particularly in females, thus caution is needed in interpreting them as HL prevalence estimates, and adjustment based on measurement error is recommended when validity estimates are available.

Funding

This work was supported by Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / Ministry of Science and Technology of Brazil [521226-98-8]; and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior / Ministry of Education of Brazil [3875/07-5 to S.F.].

Acknowledgements

University of North Carolina at Chapel Hill, School of Public Health, USA.

Appendix

The following shows the three questions in Portuguese, as applied in the questionnaire by trained interviewers.

Q1. "Você sente que você tem uma perda auditiva?"

(0) não; (1) sim; (2) não sabe

Q2. "Em geral, você diria que sua audição é..."

(0) excelente; (1) muito boa; (2) boa; (3) regular; (4) ruim

Q3. "Atualmente, você acha que..."

(0) ouve da mesma forma que ouvia antes; (1) apenas o ouvido direito ouve menos do que antes; (2) apenas o ouvido esquerdo ouve menos do que antes; (3) os dois ouvidos ouvem menos do que ouviam antes; (4) não sabe

References

1. Sindhusake D, Mitchel P, Smith W, et al. Validation of self-reported hearing loss. The Blue Mountains Hearing Study. *Int J Epidemiol* 2001;**30**:1371–8.
2. Crawford JM, Hoppin JA, Alavanja MCR, Blair A, Sandler DP, Kamel F. Hearing loss among licensed pesticide applicators in the Agricultural Health Study. *J Occup Environ Med* 2008;**50**:817–26.
3. Stanbury M, Rafferty AP, Rosenman K. Prevalence of hearing loss and work-related noise-induced hearing loss in Michigan. *J Occup Environ Med* 2008;**50**:72–9.
4. Burr H, Lund SP, Sperling BB, Kristensen TS, Poulsen OM. Smoking and height as risk factors for prevalence and 5-year incidence of hearing loss. A questionnaire-based follow-up study of employees in Denmark aged 18–59 years exposed and unexposed to noise. *Int. J. Audiol* 2005;**44**:531–9.
5. Palmer KT, Griffin MJ, Syddall HE, Coggon D. Cigarette smoking, occupational exposure to noise, and self reported hearing difficulties. *Occup Environ Med* 2004;**61**:340–4.
6. Valete-Rosalino CM, Rozenfeld S. Auditory screening in the elderly: comparison between self-report and audiometry. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2005;**71**:193–200.
7. Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, Tweed TS, Klein R, Klein BE. Accuracy of self-reported hearing loss. *Audiology* 1998;**37**:295–301.
8. Gates GA, Murphy M, Rees TS, Fraher A. Screening for handicapping hearing loss in the elderly. *J Family Prac* 2003;**52**:56–62.
9. Cruickshanks KJ, Wiley TL, Tweed TS, et al. Prevalence of hearing loss in older adults in Beaver Dam, Wisconsin. *Am J Epidemiol* 1998;**148**:879–86.

10. Agrawal Y, Platz EA, Niparko JK. Prevalence of hearing loss and differences by demographic characteristics among US adults. Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2004. *Arch Intern Med* 2008;**168**:1522–30.
11. Flahault A, Cadilha M, Thomas G. Sample size calculation should be performed for design accuracy in diagnostic test studies. *J Clin Epidemiol* 2005; **58**:859–62
12. American Speech-Language-Hearing Association. *Guidelines for manual pure-tone threshold audiometry* [Guidelines]. 2005. [cited 2007 Aug 9]. Available from: <http://www.asha.org/policy>.
13. Youden W. An index for rating diagnostic tests. *Cancer* 1950;**3**:32-5.
14. Rothman K, Greenland S. *Modern Epidemiology*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998.
15. Clark K, Sowers M, Wallace RB, Anderson C. The accuracy of self-reported hearing loss in women aged 60-85 years. *Am J Epidemiol* 1991;**134**:704–8.
16. Uchida Y, Nakashima T, Ando F, Niino N, Shimokata H. Prevalence of self-perceived auditory problems and their relation to audiometric thresholds in a middle-aged to elderly population. *Acta Otolaryngol* 2003;**123**:618–26.
17. Grimes DA, Schulz KF. Uses and abuses of screening tests. *Lancet* 2002;**359**:881–4.
18. Davis AC. The prevalence of hearing impairment and reporting hearing disability among adults in Great Britain. *Int J Epidemiol* 1989;**18**:911–7.
19. Torre III P, Moyer CJ, Haro NR. The accuracy of self-reported hearing loss in older Latino-American adults, *Int J Audiol* 2006;**45**:559–62.
20. Pekkanen J, Pearce N. Defining asthma in epidemiological studies. *Eur Respir J* 1999;**14**:951–7.

21. Szwarcwald CL, Souza-Junior PR, Esteves MA, Damacena GN, Viacava F. Socio-demographic determinants of self-rated health in Brazil. *Cad Saude Publica* 2005;**21(Suppl.1)**:54-64.

22. Bagai A, Thavendiranathan P, Detsky AS. Does this patient have hearing impairment? *JAMA* 2006;**295**:416-28.

TABLE 1. Sociodemographic characteristics of the validation study sample and the parent study, Salvador, Brazil, 2006

Characteristics	Validation sample		Parent study		p value
	n=188	% ^a	n=2279	%	
Sex					
Female	142	75.5	1495	65.6	0.006
Male	46	24.5	784	34.4	
Age (yr) in tertiles					
30-41	61	32.5	1021	44.8	0.001
42-50	66	35.1	699	30.7	
51-65	61	32.5	559	24.5	
Skin color					
Black/Mulatto	127	67.6	1396	61.3	0.088
Non-black	61	32.4	883	38.7	
Education					
Elementary or less	116	61.7	1328	58.3	0.663
High school	65	34.6	848	37.2	
College	7	3.7	103	4.5	
Socio-economic status ^b					
Low	100	53.2	1159	50.8	0.269
Medium	79	42.0	925	40.6	
High	9	4.8	195	8.6	

^a Percents sum to more than 100 due to rounding.

^b Based on the family ownership of specific goods.

TABLE 2. Questions assessing self-reported hearing loss, the response distribution and classification

Single questions ^a	Validation sample		Parent study		Classification of self-reported hearing loss ^c
	n=188	% ^b	n=2279	%	
Q1 "Do you feel you have a hearing loss?"					
(0) no	126	67.0	1882	82.6	-
(1) yes	62	33.0	392	17.2	+
(2) don't know	0	0.0	5	0.2	-
Prevalence of self-reported hearing loss		33.0		17.2	p value<0.0001
Q2 "In general, would you say your hearing is...?"					
(0) excellent	37	19.7	627	27.5	-
(1) very good	36	19.2	535	23.5	-
(2) good	69	36.7	790	34.7	-
(3) fair	38	20.2	301	13.2	+
(4) poor	8	4.3	26	1.1	+
Prevalence of self-reported hearing loss		24.5		14.3	p value=0.0002
Q3 "Currently, do you think..."					
(0) you can hear the same as before	123	65.4	1856	81.4	-
(1) less than before only in the right ear	20	10.6	115	5.1	+
(2) less than before only in the left ear	18	9.6	114	5.0	+
(3) less than before in both ears	22	11.7	168	7.4	+
(4) don't know	5	2.7	26	1.1	+
Prevalence of self-reported hearing loss		34.6		18.6	p value<0.0001

^a Questions and response options numbered in the order they appeared in the questionnaire.

^b Percents sum to more than 100 due to rounding.

^c Response options coded negative (-) or positive (+) for self-reported hearing loss.

TABLE 3. Overall and gender accuracy estimates of three single questions assessing self-reported hearing loss against pure-tone audiometry^a

Single questions	Sensitivity (%)	95% CI	Specificity (%)	95% CI	PPV (%)	95% CI	NPV (%)	95% CI	Youden Index ^b (%)	95% CI
Validation sample (Unweighted)										
Q1 ^c	77.4	58.9, 90.4	75.8	68.3, 82.3	38.7	26.6, 51.9	94.4	88.9, 97.7	53.2	37.0, 69.4
Q2 ^d	64.5	45.4, 80.8	83.4	76.7, 88.9	43.5	28.9, 58.9	92.3	86.6, 96.1	48.0	30.1, 65.8
Q3 ^e	80.7	62.5, 92.6	74.5	67.0, 81.1	38.5	26.7, 51.4	95.1	89.7, 98.2	55.2	39.7, 70.7
Validation sample ^f (Weighted to Parent Study)										
Q1 ^c	79.6	66.2, 93.1	77.4	71.5, 83.4	39.2	27.8, 50.6	95.4	92.1, 98.7	57.0	42.3, 71.7
Q2 ^d	66.9	51.2, 82.6	85.1	80.0, 90.1	45.0	31.4, 58.6	93.4	89.6, 97.1	51.9	35.4, 68.4
Q3 ^e	81.5	68.6, 94.5	76.4	70.4, 82.5	38.7	27.5, 49.9	95.8	92.6, 99.0	57.9	43.6, 72.2
Female										
Q1 ^c	78.9	60.6, 97.2	76.1	69.3, 82.8	29.0	16.6, 41.3	96.7	93.5, 99.9	55.0	35.5, 74.5
Q2 ^d	68.0	47.0, 88.9	83.2	77.3, 89.1	33.4	18.6, 48.2	95.5	91.9, 99.0	51.2	29.4, 72.9
Q3 ^e	84.0	67.5, 100.	74.6	67.8, 81.5	29.1	17.1, 41.0	97.4	94.6, 100.	58.6	40.8, 76.4
Male										
Q1 ^c	80.3	58.1, 100.	80.4	68.1, 92.8	56.3	33.2, 79.4	92.8	84.2, 100.	60.7	35.3, 86.0
Q2 ^d	65.9	39.5, 92.3	89.2	79.4, 98.9	65.6	39.3, 92.0	89.3	79.6, 98.9	55.1	27.0, 83.1
Q3 ^e	79.4	56.9, 100.	80.4	68.1, 92.8	56.1	32.9, 79.3	92.5	83.7, 100.	59.8	34.1, 85.5

PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value; CI, confidence interval.

^a Pure-tone average of audiometric hearing thresholds at 0.5, 1, 2, 3, 4 kHz, considering hearing impairment as a loss greater than 25 dBHL in the worse ear.

^b Youden Index = Se + Sp - 1.

^c Q1, "Do you feel you have a hearing loss?"; (0) no, (1) yes; presented "don't know" as the third option, not selected by any subject in the sample.

^d Q2, "In general, would you say your hearing is (0) excellent, (1) very good, (2) good, (3) fair, (4) poor?"; responses "3" and "4" were classified as positive for hearing loss.

^e Q3, "Currently, do you think you can hear (0) the same as before, (1) less than before only in the right ear, (2) less than before only in the left ear, (3) less than before in both ears?"; responses other than "0" were classified as positive for hearing loss, including "don't know".

^f Sample weights account for differences in the age (3 levels) and sex (2 levels) distribution between the validation sample and parent study; CIs use the finite population correction.

TABLE 4. Crude and corrected estimated prevalence of hearing loss in the parent study population

Questions ^a	N	Self-reported hearing loss		Corrected for measurement error ^b		Bias due to misclassification ^c
		Crude Prevalence (%)	95% CI	Prevalence (%)	95% CI	
Overall (n=2279)						
Q1	392	17.2	15.7, 18.7	10.5	9.6, 11.5	+6.7
Q2	327	14.3	12.9, 15.8	12.2	10.9, 13.4	+2.2
Q3	423	18.6	17.0, 20.2	10.6	9.7, 11.6	+7.9
Female (n=1495)						
Q1	267	17.9	15.9, 19.8	7.9	7.0, 8.8	+10.0
Q2	234	15.7	13.8, 17.5	9.1	8.0, 10.1	+6.6
Q3	288	19.3	17.3, 21.3	7.7	6.9, 8.5	+11.6
Male (n=784)						
Q1	125	15.9	13.4, 18.5	15.0	12.6, 17.4	+0.9
Q2	93	11.9	9.6, 14.1	17.3	14.0, 20.6	-5.4
Q3	135	17.2	14.6, 19.9	15.8	13.4, 18.3	+1.4

CI, confidence interval.

^a Q1, "Do you feel you have a hearing loss?"; Q2, "In general, would you say your hearing is excellent, very good, good, fair, poor?"; Q3, "Currently, do you think you can hear the same as before, less than before only in the right ear, less than before only in the left ear, less than before in both ears?".

^b Crude Prevalence x weighted PPV + (1 - Crude Prevalence) x (1 - weighted NPV).

^c Some numbers in table do not add due to rounding.

TABLE 5. Findings of selected studies using a yes/no question and similar criteria for definition of hearing loss^a

Author, country, year ^b	Question used	Age range (in years)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Youden Index ^{c,d} (%)	PPV (%)	NPV (%)	Prevalence of Hearing Loss
Clark <u>et al</u> 15; USA; only women - 1988	"Would you say that you have any difficult hearing?"	60 – 85	51	88	39	86	43	59.9
Nondahl <u>et al</u> 7; USA; EHLS - 1993	"Do you feel you have a hearing loss?"	48 – 92	71	71	42	68	74	45.0 to 46.4
Women			66	76	42	61	79	35.1 to 36.4
Men			75	63	38	74	63	58.0 to 59.3
Younger group		48 – 64	81	67	48	47	91	25.3 to 26.7
Older group		65 – 92	67	80	47	87	56	64.8 to 65.5
Sindhusake <u>et al</u> 1; Australia; BMHS – 2000	"Do you feel you have a hearing loss?"	55 – 99	71	72	43	71	69	53.4 ^d
Ferrite <u>et al</u> ; Brazil; <u>current study</u> - 2006	"Do you feel you have a hearing loss?"	30 – 65	80	77	57	39	95	(10.5) ^e
Women			79	76	55	29	97	(7.9) ^e
Men			80	80	61	56	93	(15.0) ^e

PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value; EHLS, Epidemiology of Hearing Loss Study; BMHS, Blue Mountains Hearing Study.

^a Pure-tone average greater than 25dBHL in the worse ear.

^b Year of data collection.

^c Youden Index = Se + Sp – 1.

^d Calculated from original data available in the studies.

^e Estimated prevalence by adjustment for misclassification.

Prevalência e padrões da exposição ocupacional ao ruído e da perda auditiva em uma população geral de trabalhadores, Salvador, Brasil

Prevalence and patterns of occupational exposure to noise and hearing loss in a general working population, Salvador, Brazil

Silvia Ferrite,¹ Vilma Sousa Santana,² Stephen William Marshall³

¹Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

²Programa Integrado de Saúde Ambiental e do Trabalhador, Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

³Department of Epidemiology, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, NC, USA

Correspondência:

Silvia Ferrite

Instituto de Ciências da Saúde

Departamento de Fonoaudiologia

Universidade Federal da Bahia

Av. Reitor Miguel Calmon, s/n, Vale do Canela

Salvador, BA, Brasil, 40110-902.

E-mail: ferrite@ufba.br

Fax: +55-71-3336-0034 Telefone: +55-71-3283-7418

Resumo

Introdução: A exposição ao ruído ocupacional ainda é a principal causa de perda auditiva em adultos. São escassos dados epidemiológicos globais sobre extensão e a distribuição da perda auditiva e da exposição ao ruído em trabalhadores. O padrão dos fatores associados à perda auditiva entre trabalhadores ativos pode diferir dos identificados para população geral. O estudo tem como objetivo estimar a prevalência da exposição ao ruído ocupacional e da perda auditiva em trabalhadores de um grande centro urbano do Brasil, e descrever a sua distribuição de acordo com variáveis sociodemográficas.

Métodos: Trata-se de estudo transversal de base populacional, com desenho amostral do tipo aleatório por conglomerados, em estágio único. A população foi constituída por todos os trabalhadores com idade entre 30 e 65 anos (N=1583). A perda auditiva foi auto-referida e as estimativas foram corrigidas com base em resultados de um sub-estudo de validade. Foram estimadas as prevalências da exposição ao ruído e da perda auditiva, globais e específicas para as categorias das variáveis sociodemográficas, separadamente por sexo. Medidas de associação foram razões de prevalência, brutas e ajustadas por idade, de acordo com o sexo.

Resultados: Entre os trabalhadores, 29% referiram a exposição ao ruído em sua história ocupacional, e 12%, no emprego atual. Homens trabalham em condições de maior exposição, entretanto, as mulheres estão menos protegidas. A maioria dos trabalhadores expostos ao ruído nunca utilizou equipamento de proteção auditiva ou foi encaminhado para audiometria. A exposição ao ruído ocupacional, assim como a proteção auditiva, diferiu para as características sociodemográficas, com padrões diferentes entre os sexos. A prevalência da perda auditiva foi estimada em 8,1% (IC95%:6,6-9,6) entre as mulheres, e 14,5% (IC95%:12,4-16,5) entre os homens. A prevalência da perda auditiva não se elevou com a idade entre os homens com história de exposição ao ruído. Fatores associados à perda auditiva foram a idade e o trabalho informal, apenas entre as mulheres, e a exposição ao ruído, para ambos os sexos.

Conclusões: Nesta população de trabalhadores, o padrão de exposição ao ruído ocupacional oferece indícios da influência das desigualdades sociais, o que aparentemente contribui para um perfil epidemiológico da perda auditiva que difere do observado na população geral. Trabalhadores com menor escolaridade, homens negros e mulheres com trabalho informal destacam-se entre os grupos de maior vulnerabilidade. Os resultados sugerem influência do efeito do trabalhador sadio na seleção dos homens que compõem a força de trabalho. A investigação do perfil epidemiológico da exposição ao ruído e da perda auditiva, propiciou melhor compreensão do padrão social subjacente à dinâmica da saúde auditiva do trabalhador, configurando-se como um conjunto de subsídios que poderão dar suporte e guiar o planejamento de ações preventivas.

Palavras-chave: perda auditiva, exposição ocupacional, ruído ocupacional, prevalência, fatores sociodemográficos, estudo populacional, saúde do trabalhador, adultos, Brasil.

Prevalência e padrões da exposição ocupacional ao ruído e da perda auditiva em uma população geral de trabalhadores, Salvador, Brasil

Introdução

A perda auditiva prejudica a percepção das informações sonoras, função essencial para as interações nos diversos grupos sociais, interferindo negativamente na qualidade de vida. Com o envelhecimento da população, é maior o número de anos vividos com os prejuízos decorrentes de uma perda auditiva, especialmente quando ela ocorre em idades mais jovens, com maior impacto social, emocional e econômico. É preocupante o reconhecimento de que a prevalência da perda auditiva esteja aumentando em adultos jovens (Agrawal et al., 2008), problema negligenciado especialmente nos países em desenvolvimento (WHO, 2001). Foi estimado que 16,1% dos adultos entre 20 a 69 anos de idade, nos Estados Unidos, apresentam perda auditiva (Agrawal et al., 2008), 22,2%, na Austrália, entre aqueles com 15 anos ou mais (Wilson et al., 1999), e 26,1%, na Grã-Bretanha, na população entre 17 e 80 anos (Davis, 1989).

A exposição ao ruído no trabalho ainda é a principal causa modificável da perda auditiva em adultos, reconhecida como o fator com maior potencial de prevenção (Dobie, 2008; Stanbury et al., 2008; Nelson et al., 2005; WHO, 1998), e a fração atribuível ao ruído ocupacional é maior entre adultos mais jovens (Nelson et al., 2005). Assim, a melhoria das condições de trabalho e a priorização de grupos mais vulneráveis têm papel crucial na prevenção da perda auditiva.

Em geral, estudos sobre a perda auditiva em trabalhadores são conduzidos com populações específicas, empregados de uma indústria, por exemplo, e raramente com amostras representativas da população de trabalhadores (WHO, 1998). Da mesma forma, dados sobre a exposição ao ruído geralmente se referem a ocupações ou postos de trabalho específicos (Nelson et al., 2005). Assim, são escassos dados epidemiológicos globais sobre perda auditiva ou exposição ao ruído para trabalhadores. Um estudo conduzido com população geral de trabalhadores foi realizado na Dinamarca (Burr et al., 2005), estimando-se prevalência de perda auditiva de 9% entre homens e de 5% entre mulheres, entre 18 e 59 anos de idade. Vale ressaltar que, assim como Burr et al. (2005), no

presente estudo investigamos a perda auditiva em geral, entre trabalhadores, ou seja, não a denominamos ou a definimos *a priori* como perda auditiva induzida pelo ruído [PAIR].

Resultados de estudos conduzidos com a população geral mostram que a prevalência da perda auditiva aumenta com a idade (Agrawal et al., 2008; Stanbury et al., 2008; Béria et al., 2007; Wilson et al., 1999; Cruickshanks et al., 1998; Davis, 1989), predomina no sexo masculino (Agrawal et al., 2008; Stanbury et al., 2008; Béria et al., 2007; Wilson et al., 1999; Cruickshanks et al., 1998; Davis, 1989), e em geral, afeta em menor proporção os negros (Agrawal et al., 2008; Stanbury et al., 2008), e mais comumente aqueles com pior nível educacional (Agrawal et al., 2008; Béria et al., 2007; Cruickshanks et al., 1998) ou sócio-econômico (Béria et al., 2007; Cruickshanks et al., 1998). Todavia, não é claro se entre trabalhadores ativos os fatores associados seguem este mesmo padrão. Como desigualdades sociais (Quinn et al., 2007) e o grau de efetivação de normas de proteção ao trabalhador podem influenciar o padrão de exposição ocupacional, e conseqüentemente a morbidade da perda auditiva, é possível que o perfil epidemiológico de países em desenvolvimento seja distinto.

Apesar da importância da exposição a níveis elevados de ruído na determinação da perda auditiva, pouco se sabe sobre sua extensão e distribuição na população de trabalhadores. A OMS (WHO, 1998) vem apontando para a escassez de dados epidemiológicos, tanto sobre a prevalência da perda auditiva ocupacional quanto para a exposição ocupacional ao ruído e demais fatores associados, especialmente em países em desenvolvimento. Essas informações são essenciais para fundamentar políticas de saúde que podem resultar em grande redução de casos e de suas conseqüências econômicas e sociais.

Em países em desenvolvimento, a fragilidade dos sistemas de vigilância a saúde, de monitoramento nos ambientes de trabalho, e a expressiva informalidade dos contratos de trabalho e da economia, limitam a realização de estudos de morbidade e fatores associados à perda auditiva e, por conseguinte, a produção de conhecimento que subsidie ações mais efetivas em favor da saúde auditiva do trabalhador. Isto leva à necessidade de que sejam empreendidas investigações que busquem dados primários na população.

Neste estudo de base populacional, estima-se a prevalência da exposição ao ruído ocupacional e da perda auditiva em trabalhadores de um grande centro urbano do Brasil, apresentando-se as distribuições de acordo com variáveis sociodemográficas.

Métodos

Trata-se de estudo de corte transversal realizado com uma das fases de uma pesquisa de corte prospectiva, de base comunitária, sobre condições de trabalho e saúde em uma grande área urbana da costa nordeste do Brasil, a cidade de Salvador, com 2,7 milhões de habitantes. A pesquisa se iniciou em 2000 e, na quarta fase, realizada em 2006, foram obtidos dados sobre a saúde auditiva. A amostragem foi do tipo aleatório por conglomerados, em estágio único, tomando-se como referência subáreas de um mapa da totalidade da área urbana da cidade. Com base no número estimado de adultos por residência, 3,8 (IBGE, 1999), 32 sub-áreas foram sorteadas, das quais três foram descartadas por não serem habitadas, resultando em 29, onde foram identificadas 2512 famílias. A escolha por este desenho amostral se deve à falta de registros de endereços completos em áreas pobres, e por permitir maior facilidade operacional no acesso à população, devolução e segurança para os entrevistadores. Após consentimento para a pesquisa, todos os residentes em cada domicílio foram identificados e registrados. Um sub-estudo de validade da perda auditiva auto-referida foi conduzido com uma amostra do grupo etário de 30 a 65 anos desta população (Ferrite et al., 2009). Por este motivo, para o presente estudo eram elegíveis todos os indivíduos entre 30 e 65 anos de idade que referiram ter trabalho remunerado. Entrevistadores treinados aplicaram questionários individuais, em visitas domiciliares, para coleta de dados sociodemográficos e sobre hábitos de vida, condições de trabalho e saúde, incluindo saúde auditiva e exposições ocupacionais.

A perda auditiva foi definida pela resposta positiva à pergunta “Você sente que você tem uma perda auditiva?”, com sensibilidade e especificidade estimadas em 80,3% e 80,4% para o sexo masculino, e 78,9% e 76,1% para o sexo feminino, na comparação com a audiometria para identificação de casos, com média dos limiares auditivos de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz maior que 25 dBNA na pior orelha (Ferrite et al., 2009). As variáveis sociodemográficas foram: sexo; idade; cor da pele, classificada em negra e não-negra; nível de escolaridade, categorizada em 1º. grau completo ou

menor, e 2º. grau completo ou maior; nível sócio-econômico, baseada no número de posses da família (telefone, vídeo-cassete, toca-discos laser, microondas, máquina de lavar, máquina de lavar louça, computador, automóvel, casa de praia), categorizada em baixa, zero a três itens, ou média/alta, três a nove itens; e contrato de trabalho atual, formal, quando com registro em carteira de trabalho, ou informal, na ausência deste.

Para o ruído, considerou-se com história de exposição os indivíduos que responderam positivamente para “Você já trabalhou em algum ambiente com muito barulho onde seria preciso gritar para que um colega a um metro de distância pudesse ouvir?”, que sugere ruído em intensidade que excede 85 dB(A) (Netzel et al., 2008). A resposta negativa ou “não sabe” constituiu a categoria nunca exposto, utilizada como grupo de referência também para as variáveis definidas a seguir. Foram estudadas as dimensões de duração e frequência da exposição ao ruído: duração em anos (< 5 anos, ≥ 5 anos), número médio de horas diárias (≤ 8 horas/dia, > 8 horas/dia), e a condição atual (atualmente exposto, exposto apenas no passado).

Covariáveis de interesse foram: uso de equipamento de proteção auditiva, categorizada como (0) sim, para os que referiram uso regular ou irregular quando expostos ao ruído no trabalho, e (1) não, para os que nunca utilizaram, embora expostos; e realização de exame audiométrico, categorizada como (0) sim, para os que foram submetidos ao exame pelo menos uma vez, e (1) não, para os que nunca tiveram sua audição examinada.

Foram estimadas as prevalências da exposição ao ruído e da perda auditiva auto-referida, globais e específicas para as categorias das variáveis descritoras, separadamente por sexo. Considerou-se um alfa de 0,05 para inferência estatística. As prevalências foram ajustadas para o erro de mensuração, estimado em sub-estudo de validade conduzido com uma amostra da população de origem desta investigação (Ferrite et al., 2009), utilizando-se como fator de correção a razão entre as medidas ajustada e bruta, por sexo. Medidas de associação foram razões de prevalência (RP), brutas e ajustadas por idade, de acordo com o sexo. Intervalos de confiança de 95% (IC 95%) foram calculados pelo método de Mantel-Haenszel para a inferência estatística. Todas as análises foram ajustadas para o desenho amostral, e conduzidas utilizando-se o programa SAS 9.1. O projeto do

estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia.

Resultados

De 1698 trabalhadores remunerados entre 30 e 65 anos de idade, 1583 (93,2%) participaram da entrevista, 749 dos homens (88,6%) e 834 das mulheres (97,8%), constituindo a população final do estudo. A Tabela 1 demonstra predominância de indivíduos jovens, de pele negra, com baixo nível educacional e sócio-econômico, sem diferenças estatisticamente significantes na distribuição destas características entre os sexos. Mais da metade da população não dispõe de contrato formal de trabalho, condição que afeta em maior proporção as mulheres quando comparadas aos homens.

[Tabela 1]

Exposição ao ruído no trabalho

Na Tabela 2, verifica-se que aproximadamente 29% dos trabalhadores, 37% dos homens e 22% das mulheres, referem a exposição ao ruído em sua história ocupacional, e 16% e 9%, respectivamente, mencionam estar expostos no emprego atual. Todas as características da exposição a ruído analisadas neste estudo foram identificadas como mais prevalentes no sexo masculino, em níveis estatisticamente significantes.

[Tabela 2]

Homens e mulheres apresentaram diferentes padrões de exposição ao ruído ocupacional. Dentre as mulheres, a prevalência da exposição de longa duração aumenta com a idade, e a exposição no emprego atual é mais comum entre as que têm escolaridade de nível médio ou superior, ou contrato formal de trabalho. Dentre os homens, a idade se associa à exposição por mais anos, e por mais horas diárias. Homens de pele negra foram em maior proporção expostos ao ruído, e especificamente, por mais anos, comparando-se aos não-negros. Embora não estatisticamente significante, homens negros também referem mais comumente a exposição ao ruído por mais horas

diárias. Homens com menor escolaridade estiveram expostos a ruído por mais anos. Todas as diferenças foram estatisticamente significantes.

[Tabela 3]

Em vista da importância do uso de EPA e da audiometria para conservação e monitoramento da audição dos trabalhadores expostos, são apresentadas as prevalências dessas variáveis para as categorias sociodemográficas (Tabela 3). Entre os trabalhadores com história de exposição ao ruído, o uso do EPA foi referido por 57% dos homens, e apenas por 17% das mulheres. Neste grupo de exposição, 41% dos homens referiram ter realizado pelo menos um exame de audição, em contraste com 22% das mulheres. Maior escolaridade, menor nível sócio-econômico e contrato formal de trabalho foram fatores associados ao uso de EPA entre as mulheres, enquanto o melhor nível sócio-econômico foi o único fator identificado entre os homens. Entre expostos a ruído, ter realizado uma audiometria foi mais comum entre aqueles com melhor nível educacional ou sócio-econômico, para ambos os sexos, e ainda para homens com contrato formal de trabalho, comparando-se aos informais. Todos os resultados foram estatisticamente significantes.

Perda auditiva

Nas Tabela 4 e 5, estão descritas a prevalência estimada da perda auditiva e as RP brutas e ajustadas por idade, de acordo com os fatores sociodemográficos e ocupacionais. Os resultados são apresentados separadamente para os sexos. Nesta população de trabalhadores de 30 a 65 anos, a prevalência da perda auditiva foi estimada em 8,1% (IC95%:6,6-9,6) entre as mulheres, e 14,5% (IC95%:12,4-16,5) entre os homens. Foi verificada associação positiva entre idade e perda auditiva para ambos os sexos, em níveis estatisticamente significantes, com exceção do grupo etário mais velho entre os homens. Na Figura 1, observamos que a prevalência da perda auditiva entre homens com história de exposição a ruído não mantêm a progressão esperada com a idade, ao contrário, segue tendência inversa, aproximando-se, entre aqueles com 50 a 65 anos, da prevalência estimada para os nunca expostos. Apenas entre os homens, embora *borderline*, a menor escolaridade se associou negativamente ao desfecho. Entre as mulheres, a informalidade no emprego atual se associou positivamente à perda auditiva.

[Tabela 4]

[Figura 1]

A associação positiva entre ruído ocupacional e a perda auditiva foi observada para todas as dimensões de exposição analisadas, em níveis estatisticamente significantes para ambos os sexos, com maior força de associação entre os homens, especificamente quando considerada a história da exposição (homens: $RP=3,66$ $IC95\%:2,53-5,30$; mulheres: $RP=2,28$ $IC95\%:1,71-3,03$).

[Tabela 5]

Discussão

Nesta população de trabalhadores de um país em desenvolvimento, desigualdades sociais influenciam o padrão de exposição ao ruído ocupacional, o que aparentemente contribui para um perfil epidemiológico da perda auditiva que difere do observado na população geral. Há evidências do efeito do trabalhador sadio na seleção dos homens que compõem a força de trabalho. Trabalhadores com menor escolaridade, homens negros e mulheres com trabalho informal destacam-se entre os grupos de maior vulnerabilidade.

Os resultados revelam que, nesta população de trabalhadores com idade entre 30 e 65 anos, aproximadamente um terço trabalha ou já trabalhou na presença de ruído intenso, dos quais poucos se protegeram usando o EPA (41%) ou tiveram sua audição monitorada por audiometria (33%). Em 2006, 12% estavam trabalhando expostos a ruído. A parcela dos homens (37%) e das mulheres (22%) com história de exposição a ruído é maior do que a relatada em estudo populacional na Grã-Bretanha, com indivíduos de 16 a 64 anos de idade (Palmer et al., 2002), onde aproximadamente um terço dos homens e 11% das mulheres já trabalharam expostos por pelo menos um ano. Apesar da diferente composição etária, comparando-se à população deste estudo, destaca-se a diferença entre as estimativas para o sexo feminino. Mulheres têm, relativamente, uma história mais recente de entrada no mercado de trabalho e, paulatinamente, vêm assumindo funções antes

restritas ao universo masculino, colocando-as potencialmente em situação de maior risco do que no passado (Brito, 2000). A exposição a ruído no emprego atual foi referida por 11% dos homens e 6% das mulheres em inquérito populacional na Grã-Bretanha (Jones et al., 1995), sugerindo que nossos trabalhadores estão atualmente mais expostos a este risco (16%, homens; 9%, mulheres). Considerando-se a proteção da audição, mesmo países desenvolvidos encontram dificuldades na adesão dos trabalhadores ao uso regular do EPA (Fransen et al., 2008). Em nossa região, porém, os programas de conservação auditiva predominam na indústria, tendem a ser menos estruturados e/ou fiscalizados em empresas de pequeno porte, e ausentes no setor informal. Assim, além das dificuldades relacionadas à regularidade da proteção, se apresenta um quadro perverso no qual parte dos trabalhadores expostos nunca teve acesso ao equipamento, ou foi encaminhado para audiometria.

Nossos resultados indicam que homens trabalham em condições mais insalubres do que mulheres, entretanto, as mulheres estão menos protegidas. É compreensível que os homens estejam expostos em maior número e com maior intensidade do que as mulheres, visto que, historicamente, suas ocupações se caracterizam pela maior presença de riscos (Nelson et al., 2005). No entanto, a flagrante falta de proteção identificada para força de trabalho feminina coloca-as em situação de maior vulnerabilidade, e aponta a necessidade de investigação das causas deste negligenciamento, para intervenção efetiva.

Nesta população de trabalhadores, a perda auditiva afeta 14,5% dos homens e 8,1% das mulheres entre 30 e 65 anos de idade. Estas estimativas são mais altas do que as verificadas na Dinamarca (Burr et al., 2005), para homens (12%) e mulheres (6%) de 30 a 59 anos, em população também representativa dos trabalhadores. Deve-se considerar, no entanto, que a comparação com outros estudos é prejudicada por diferenças na constituição etária e na dinâmica da força de trabalho entre populações. Identificamos, por exemplo, que homens com perda auditiva estão menos representados no grupo de 50 a 65 anos do que o esperado pela progressão com a idade (Agrawal et al., 2008; Palmer et al., 2002), e que esta redução ocorre especificamente entre aqueles com história de exposição a ruído, sugerindo a hipótese de que a perda auditiva tem influência no mecanismo de seleção e exclusão do mercado de trabalho. Desta forma, a prevalência da perda auditiva entre

homens, neste estudo, está distorcida pelo “efeito do trabalhador sadio”, e assim subestima o efeito do ruído para os trabalhadores.

Destacam-se como grupos vulneráveis, homens negros ou com menor escolaridade, devido à maior exposição a fatores de risco no ambiente de trabalho, e as mulheres, especialmente as com menor escolaridade ou trabalhadoras informais, pela mais rara utilização do EPA. Homens e mulheres com baixo nível sócio-econômico ou educacional, ou trabalhadores do setor informal estão menos protegidos pela ausência do monitoramento da audição. Características sociodemográficas podem ser importantes determinantes das exposições ocupacionais (Quinn et al., 2007), o que por um lado pode revelar desigualdades sociais, e por outro, ampliar a compreensão da complexa relação entre exposição e efeito. Um estudo sobre exposições com trabalhadores norte-americanos de ambos os sexos provenientes de quatro setores industriais, verificou maior prevalência de exposição a ruído ocupacional entre latinos, em comparação com brancos, negros ou outros (Quinn et al., 2007). Pode-se dizer que este achado, nos Estados Unidos, compara-se ao encontrado neste país para os negros, nos dois casos, grupos que sofrem com a exclusão social. Aspectos sociais e étnicos influenciam na alocação de indivíduos discriminados em condições mais precárias de trabalho, que envolvem maiores riscos e menor proteção da saúde (Santana et al., 2004; Brito, 2002).

Neste estudo, o perfil epidemiológico da perda auditiva em trabalhadores se diferencia da população geral. Enquanto nesta, a prevalência da perda auditiva aumenta com a idade (Agrawal et al., 2008; Stanbury et al., 2008; Béria et al., 2007; Wilson et al., 1999; Cruickshanks et al., 1998; Davis, 1989), afeta menos os negros (Agrawal et al., 2008; Stanbury et al., 2008), e mais comumente aqueles com pior nível sócio-econômico (Béria et al., 2007; Cruickshanks et al., 1998) e educacional (Agrawal et al., 2008; Béria et al., 2007; Cruickshanks et al., 1998), o mesmo padrão não foi observado entre os trabalhadores. São semelhantes, a predominância no sexo masculino (Agrawal et al., 2008; Stanbury et al., 2008; Béria et al., 2007; Wilson et al., 1999; Cruickshanks et al., 1998; Davis, 1989), e o aumento da prevalência com a idade, mas apenas para as mulheres. A ausência de associação entre não-negros e a perda auditiva, pode ser em parte explicada pelo padrão de maior exposição ocupacional que encontramos entre os negros.

No contexto de uma sociedade com alto índice de desemprego, e de uma população de trabalhadores que se caracteriza predominantemente por pertencer a grupos socialmente menos privilegiados, e que se concentra em grande parte no setor informal e de serviços, a forma como os determinantes sociais atuam na relação entre exposição e efeito, e na própria constituição da força de trabalho, pode ser complexa e de difícil compreensão. Esta singularidade deve ser considerada frente a alguns resultados que, apesar de não definitivos, visto que este é um estudo descritivo, nos surpreendem. Entre eles, destacam-se dois resultados relacionados ao maior nível de escolaridade (2º. grau completo ou superior), que para as mulheres determinou maior prevalência de exposição ao ruído atualmente, e para os homens, maior prevalência de perda auditiva, ambos comparando-se ao grupo com 1º. grau completo ou menor. Uma possível explicação é que, em nossa realidade, o trabalho formal na indústria, principalmente de grande porte, é seletivo, e concentra trabalhadores com melhor nível educacional.

Neste estudo, mulheres trabalhadoras do setor informal têm mais perda auditiva.

Coerentemente, identificamos menor proteção neste grupo em comparação com as vinculadas ao setor formal. Nesta população, mulheres estão em maioria no setor informal, ambiente de trabalho que normalmente se caracteriza por condições mais precárias (Santana et al., 2004; Brito, 2000).

Homens ou mulheres com história de exposição a ruído têm maior proporção de perda auditiva, independentemente da dimensão da exposição analisada. Coerentemente, em estudo multicêntrico conduzido na União Européia (Fransen et al., 2008) sobre os fatores de risco para a presbiacusia, o ruído ocupacional foi relatado como o mais significativo e consistente.

Para esta população, a força de associação entre ruído e perda auditiva não foi homogênea entre os sexos. Este achado corrobora os achados de que o efeito da exposição ocupacional a ruído para a perda auditiva é mais forte entre homens do que mulheres, especialmente nos países em desenvolvimento (Nelson et al., 2005). Isto também pode ser explicado, em parte, pelo padrão de exposição verificado neste estudo, onde os homens referem maior duração da exposição em anos e em horas diárias. É possível que também estejam mais expostos a solventes, o que amplia as

chances de exposição combinada com o ruído e os efeitos desta interação (Sliwinska-Kowalska et al., 2007). Além disso, homens comumente entram no mercado de trabalho antes das mulheres e trabalham por mais anos (Nelson et al., 2005).

Este estudo utiliza a perda auditiva auto-referida, que embora seja recomendada por estudos de validade como alternativa à audiometria, para viabilizar investigações epidemiológicas de larga escala (Sindhusake et al.2001, Nondahl et a. 1998), tende a subestimar a prevalência da perda auditiva em idosos (Cruickshanks et al., 1998) e ainda foi pouco estudada em adultos. Assim, conduzimos um sub-estudo de validade (Ferrite et al, 2009) com uma amostra da mesma população de origem, o que tornou possível obter estimativas específicas para ajuste, e assim, maior precisão nos resultados; procedimento recomendado, sempre que possível (Rothman & Greenland, 1998). Para este ajuste, assumimos o erro de classificação obtido para cada sexo como constante para as categorias das variáveis do estudo, o que pode ter gerado alguma distorção das prevalências nos subgrupos.

A perda auditiva como definida para este estudo não está restrita aos casos induzidos por exposição ocupacional e, portanto, referem-se à totalidade dos tipos de perda auditiva. O fato da validade do auto-relato não ser conhecida, especificamente, para identificar casos com as características audiométricas comuns às perdas auditivas ocupacionais, limita interpretações dos resultados como referentes à perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR), ou ocupacional. Neste sentido, vale ressaltar que, mesmo sem a especificidade da variável para um desfecho de causa relacionada ao trabalho, as associações estimadas entre as exposições ocupacionais e a perda auditiva foram significantes em todos os aspectos analisados. Ademais, devido às características da PAIR, que tem início insidioso e afeta primeiramente frequências altas, é provável que casos de menor severidade tenham sido menos identificados do que aqueles com piores níveis de audição.

A exposição ocupacional ao ruído foi medida com base na percepção dos trabalhadores, método utilizado em outros estudos (Fransen et al., 2008), utilizando pergunta similar para definição da exposição ao ruído (Agrawal et al., 2008; Palmer et al., 2002). A percepção do trabalhador é considerada útil para predizer níveis elevados de exposição, com sensibilidade-especificidade

estimadas em 63%-75% (Ahmed et al., 2004), e 94%-20% (Neitzel et al., 2008), para exposições acima de 85 dB(A).

Este estudo contribui com a saúde pública revelando a extensão e o padrão de distribuição da perda auditiva e da exposição a ruído em uma população representativa dos trabalhadores de um grande centro urbano em um país em desenvolvimento, onde a informalidade caracteriza parcela importante da força de trabalho. Ainda que produto de corte transversal, este perfil epidemiológico permite a identificação de grupos vulneráveis e auxilia na compreensão do padrão social subjacente à dinâmica das exposições ocupacionais e da perda auditiva, configurando-se como um conjunto de subsídios que poderão dar suporte e guiar o planejamento de ações preventivas. Os resultados também contribuem com hipóteses para futuras investigações.

Agradecimentos

Financiado por Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil [521226-98-8]; e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior / Ministério da Educação do Brasil [3875/07-5]. Apoio da University of North Carolina at Chapel Hill, School of Public Health, EUA.

Referências

Agrawal Y, Platz EA, Niparko JK. Prevalence of hearing loss and differences by demographic characteristics among US adults. Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2004. *Arch Intern Med.* 2008;168(14):1522–30.

Ahmed HO, Dennis JH, Ballal SG. The accuracy of self-reported high noise exposure level and hearing loss in a working population in Eastern Saudi Arabia. *Int J Hyg Environ Health.* 2004;207(3):227–34.

Béria JU, Raymann BCW, Gigante LP, Figueiredo ACL, Jotz G, Roithman R, et al. Hearing impairment and socioeconomic factors: a population-based survey of an urban locality in southern Brazil. *Rev Panam Salud Publica.* 2007;21(6):381–7.

Brito JC. Gender focus and the relationship between health and work in the context of productive reorganization and underemployment. *Cad Saude Publica.* 2000;16(1):195-204.

Burr H, Lund SP, Sperling BB, Kristensen TS, Poulsen OM. Smoking and height as risk factors for prevalence and 5-year incidence of hearing loss. A questionnaire-based follow-up study of employees in Denmark aged 18–59 years exposed and unexposed to noise. *Int J Audiol.* 2005;44(9):531–9.

Cruickshanks KJ, Wiley TL, Tweed TS, Klein BE, Klein R, Mares-Perlman JA, et al. Prevalence of hearing loss in older adults in Beaver Dam, Wisconsin. The Epidemiology of Hearing Loss Study. *Am J Epidemiol.* 1998;148(9):879-86.

Davis AC. The prevalence of hearing impairment and reported hearing disability among adults in Great Britain. *Int J Epidemiol.* 1989;18(4):911-7.

Dobie RA. The burdens of age-related and occupational noise-induced hearing loss in the United States. *Ear Hear.* 2008;29(4):565–77.

Ferrite S. Epidemiologia da perda auditiva em trabalhadores adultos de Salvador, Brasil [tese de doutorado]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2009.

Fransen E, Topsakal V, Hendrickx J, Laer LV, Huyghe JR, Eyken EV, et al. Occupational noise, smoking, and a high body mass index are risk factors for age-related hearing impairment and moderate alcohol consumption is protective: a European population-based multicenter study. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2008;9(3):264–76.

Jones JR, Hodgson JT, Osman J. Self-reported working conditions in 1995. Results from a household survey. Health and Safety Executive. London: HMSO; 1997.

Neitzel R, Daniell W, Sheppard L, Davies H, Seixas N. Comparison of perceived and quantitative measures of occupational noise exposure. *Ann Occup Hyg*. 2009;53(1):41-54.

Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med*. 2005;48(6):446-58.

Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, Tweed TS, Klein R, Klein BE. Accuracy of self-reported hearing loss. *Audiology*. 1998;37(5):295–301.

Palmer KT, Griffin MJ, Syddall HE, Davis A, Pannett B, Coggon D. Occupational exposure to noise and the attributable burden of hearing difficulties in Great Britain. *Occup Environ Med*. 2002;59(9):634-9.

Quinn MM, Sembajwe G, Stoddard AM, Kriebel D, Krieger N, Sorensen G, et al. Social disparities in the burden of occupational exposures: results of a cross-sectional study. *Am J Ind Med*. 2007;50(12):861-75.

Rothman KJ, Greenland S. *Modern Epidemiology*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1998.

Santana VS, Loomis D. Informal jobs and non fatal occupational injuries. *Ann Occup Hyg.* 2004;48(2):147–57.

Sindhusake D, Mitchel P, Smith W, Golding M, Newall P, Hartley D, et al. Validation of self-reported hearing loss. The Blue Mountains Hearing Study. *Int J Epidemiol.* 2001;30(6):1371–8.

Sliwinska-Kowalska M, Prasher D, Rodrigues CA, Zamyslowska-Szmytke E, Campo P, Henderson D, et al. Ototoxicity of organic solvents: from scientific evidence to health policy. *Int J Occup Med Environ Health.* 2007;20(2):215–22.

Stanbury M, Rafferty AP, Rosenman K. Prevalence of hearing loss and work-related noise-induced hearing loss in Michigan. *J Occup Environ Med.* 2008;50(1):72–9.

Wilson DH, Walsh PG, Sanchez L, Davis AC, Taylor AW, Tucker G, et al. The epidemiology of hearing impairment in an Australian adult population. *Int J Epidemiol.* 1999;28(2):247-52.

World Health Organization. Prevention of noise-induced hearing loss: report of an informal consultation held at the World Health Organization, Geneva on 28-30 October 1997. WHO Programme for the Prevention of Deafness and Hearing Impairment. Geneva: WHO; 1998.

World Health Organization. WHO Calls on Private Sector to Provide Affordable Hearing Aids in Developing World. Geneva: WHO; 2001.

TABELA 1. Características sociodemográficas da população de estudo de acordo com o sexo, Salvador, Brasil, 2006

Variáveis	Sexo				Total	% ^a
	Mulheres	% ^a	Homens	% ^a		
	<i>n</i> =834	(52,7)	<i>n</i> =749	(47,3)	<i>n</i> =1583	(100,0)
Idade (em anos)						
30-39	340	40,8	328	43,8	668	42,2
40-49	299	35,9	252	33,6	551	34,8
50-65	195	23,4	169	22,6	364	23,0
Média (DP)	42,9	(8,5)	42,4	(8,7)	42,7	(8,6)
Cor da pele						
Negra/Mulata	505	60,6	488	65,2	993	62,7
Não negro	329	39,5	261	34,9	590	37,3
Nível de escolaridade						
2º. grau ou maior	390	46,8	325	43,4	715	45,2
1º. grau ou menor	444	53,2	424	56,6	868	54,8
Nível sócio-econômico						
Médio/Alto	415	49,8	388	51,8	803	50,7
Baixo	419	50,2	361	48,2	780	49,3
Tipo de vínculo de trabalho						
Formal	372	44,6	394	52,6	766	48,4
Informal	462	55,4	355	47,4	817	51,6

DP, desvio padrão.

^a Percentuais podem não somar 100 devido ao arredondamento de decimais.

TABELA 2. Prevalência da exposição ocupacional ao ruído de acordo com as características sociodemográficas em uma população geral de trabalhadores, Salvador, Brasil, 2006

Variáveis	História da exposição ocupacional ao ruído				
	N	Alguma vez exposto	≥ 5 anos	≥ 8h/dia	Atualmente exposto
		P ^a (%)	P ^a (%)	P ^a (%)	P ^a (%)
Geral	1583	28,7	16,1	15,6	12,3
Sexo					
Mulheres	834	21,5	11,3	13,8	9,2
Homens	749	36,7	21,4	18,6	15,6
<i>p</i> -valor ^b		<,0001	<,0001	,0024	,0003
Mulheres					
Idade (em anos)					
30-39	340	19,4	7,1	10,6	8,6
40-49	299	23,4	12,0	15,7	8,4
50-65	195	22,1	17,4	12,8	11,5
<i>p</i> -tendência		,38	,0002	,31	,33
Cor da pele					
Negra/Mulata	505	21,8	10,7	12,7	8,6
Não negra	329	21,0	12,2	13,4	10,1
<i>p</i> -valor ^b		,80	,52	,78	,51
Nível de escolaridade					
2o. grau ou maior	390	22,6	13,3	14,1	12,4
1o. grau ou menor	444	20,5	9,5	11,9	6,4
<i>p</i> -valor ^b		,32	,0928	,11	,0087
Nível sócio-econômico					
Médio/Alto	415	21,7	13,0	12,8	10,7
Baixo	419	21,2	9,6	13,1	7,7
<i>p</i> -valor ^b		,89	,24	,87	,29
Vínculo de trabalho					
Formal	372	21,2	11,0	14,0	11,4
Informal	462	21,7	11,5	12,1	7,4
<i>p</i> -valor ^b		,89	,79	,42	,0228
Homens					
Idade (em anos)					
30-39	328	35,1	14,6	14,6	13,3
40-49	252	38,9	25,0	21,0	18,3
50-65	169	36,7	29,0	22,5	16,2
<i>p</i> -tendência		,60	<,0001	,0197	,28
Cor da pele					
Negra/Mulata	488	39,1	24,0	20,3	16,8
Não negra	261	32,2	16,5	15,3	13,4
<i>p</i> -valor ^b		,0347	,0084	,0706	,25
Nível de escolaridade					
2o. grau ou maior	325	34,5	18,2	16,0	15,2
1o. grau ou menor	424	38,4	23,8	20,5	16,0
<i>p</i> -valor ^b		,35	,0149	,21	,75
Nível sócio-econômico					
Médio/Alto	388	35,3	22,7	19,1	15,6
Baixo	361	38,2	20,0	18,0	15,7
<i>p</i> -valor ^b		,34	,46	,72	,97
Vínculo de trabalho					
Formal	394	37,6	21,8	20,1	17,9
Informal	355	35,8	20,9	16,9	13,1
<i>p</i> -valor ^b		,70	,74	,29	,16

P, prevalência.

^a Todas as estimativas foram ajustadas para o desenho amostral.

^b Rao-Scott design-adjusted chi-square teste, *F* statistics.

TABELA 3. Prevalência do uso do equipamento de proteção auditiva e da realização de audiometria de acordo com as características sociodemográficas na população de trabalhadores com história de exposição ao ruído ocupacional, Salvador, Brasil, 2006

Variáveis	Com história de exposição ao ruído					
	Mulheres			Homens		
	N	Já usou EPA P ^a %	Já realizou audiometria P ^a %	N	Já usou EPA P ^a %	Já realizou audiometria P ^a %
Geral	179	17,3	21,8	275	56,7	40,9
Idade (em anos)						
30-39	66	19,7	19,7	115	58,3	41,7
40-49	70	15,7	18,6	98	57,1	40,8
50-65	43	16,3	30,2	62	53,2	39,3
<i>p</i> -tendência		,61	,23		,54	,76
Cor da pele						
Negra/Mulata	110	20,0	20,9	191	58,1	41,1
Não negra	69	13,0	23,2	84	53,6	40,5
<i>p</i> -valor ^b		,26	,71		,54	,93
Nível de escolaridade						
2o. grau ou maior	88	25,0	27,3	112	60,7	50,9
1o. grau ou menor	91	9,9	16,5	163	54,0	34,0
<i>p</i> -valor ^b		,0050	,0335		,21	,0142
Nível sócio-econômico						
Médio/Alto	90	11,1	27,8	137	65,0	50,0
Baixo	89	23,6	15,7	138	48,6	31,9
<i>p</i> -valor ^b		,0218	,0352		,0085	<,0001
Vínculo de trabalho						
Formal	79	24,1	27,9	148	60,1	53,1
Informal	100	12,0	17,0	127	52,8	26,8
<i>p</i> -valor ^b		,0409	,0630		,13	<,0001

EPA, equipamento de proteção auditiva; P, prevalência.

^a Todas as estimativas foram ajustadas para o desenho amostral.

^b Rao-Scott design-adjusted chi-square teste, *F* statistics.

TABELA 4. Estimativas de prevalência^{ab}, e razões de prevalência bruta e ajustada por idade^b da associação entre características sociodemográficas e a perda auditiva em uma população geral de trabalhadores (n=1583), Salvador, Brazil, 2006

Variáveis	Mulheres					Homens						
	n=834	P %	RP	IC 95%	RP _{adj}	IC 95%	n=749	P %	RP	IC 95%	RP _{adj}	IC 95%
Idade (em anos)												
30-39	340	5,3	1,00				328	11,2	1,00			
40-49	299	8,7	1,65	(1,06-2,57)			252	17,9	1,56	(1,08-2,25)		
50-65	195	12,0	2,24	(1,66-3,03)			169	15,6	1,36	(0,90-2,07)		
Cor da pele												
Negra/Mulata	505	8,7	1,00		1,00		488	15,0	1,00		1,00	
Não negro	329	7,3	0,83	(0,64-1,08)	0,83	(0,63-1,09)	261	13,3	0,83	(0,62-1,11)	0,81	(0,60-1,10)
Nível de escolaridade												
2 ^ª . grau ou maior	390	7,5	1,00		1,00		325	16,5	1,00		1,00	
1 ^ª . grau ou menor	444	8,7	1,21	(0,89-1,63)	1,09	(0,81-1,47)	424	12,9	0,75	(0,60-0,95)	0,76	(0,60-0,96)
Nível sócio-econômico												
Médio/Alto	415	8,5	1,00		1,00		388	14,3	1,00		1,00	
Baixo	419	7,7	0,92	(0,73-1,16)	0,99	(0,78-1,26)	361	14,6	1,06	(0,80-1,40)	1,11	(0,83-1,47)
Vínculo de trabalho												
Formal	372	6,3	1,00		1,00		394	15,5	1,00		1,00	
Informal	462	9,6	1,51	(1,15-1,99)	1,41	(1,08-1,84)	355	13,3	0,84	(0,63-1,11)	0,79	(0,59-1,07)

P, prevalência; RP, razão de prevalência; IC, intervalo de confiança.

^a Estimativas baseadas em auto-relato foram ajustadas pelo erro de mensuração avaliado em sub-estudo de validade, específico por sexo.

^b Todas as estimativas foram ajustadas para o desenho amostral.

TABELA 5. Estimativas da prevalência^{ab}, e razões de prevalência bruta e ajustada por idade^b da associação entre características da exposição ocupacional ao ruído e a perda auditiva em uma população geral de trabalhadores (n=1583), Salvador, Brazil, 2006

Variáveis	Mulheres				Homens					
	n=834	P %	RP	IC 95%	n=749	P %	RP	IC 95%	RP _{adj}	IC 95%
Exposição ao ruído										
Nunca exposto	655	6,3	1,00		474	7,3	1,00		1,00	
Alguma vez exposto	179	14,8	2,35	(1,78-3,11)	275	26,7	3,66	(2,52-5,32)	3,66	(2,53-5,30)
Duração em anos										
Nunca exposto	655	6,3	1,00		474	7,3	1,00		1,00	
< 5 anos	85	12,0	1,89	(1,33-2,69)	115	24,6	3,35	(2,23-5,03)	3,51	(2,34-5,25)
≥ 5 anos	94	17,4	2,76	(1,97-3,89)	160	28,2	3,89	(2,55-5,95)	3,77	(2,42-5,87)
Horas por dia										
Never	655	6,3	1,00		474	7,3	1,00		1,00	
≤ 8 horas	71	18,1	2,87	(2,08-3,95)	136	24,9	3,33	(2,11-5,26)	3,34	(2,13-5,23)
> 8 horas	108	12,7	2,01	(1,38-2,93)	139	28,4	3,94	(2,82-5,50)	3,92	(2,80-5,49)
Condição atual										
Nunca exposto	655	6,3	1,00		474	7,3	1,00		1,00	
Apenas no passado	95	14,9	2,36	(1,79-3,13)	152	25,3	3,43	(2,32-5,06)	3,41	(2,32-5,03)
Atualmente exposto	76	15,1	2,39	(1,66-3,44)	116	28,4	3,95	(2,58-6,06)	3,93	(2,57-6,01)

P, prevalência; RP, razão de prevalência; IC, intervalo de confiança.

^a Estimativas baseadas em auto-relato foram ajustadas pelo erro de mensuração avaliado em sub-estudo de validade, específico por sexo.

^b Todas as estimativas foram ajustadas para o desenho amostral.

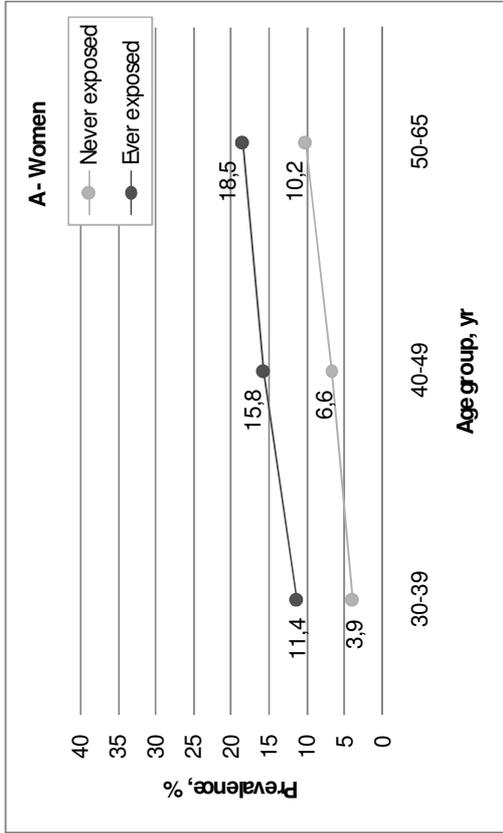
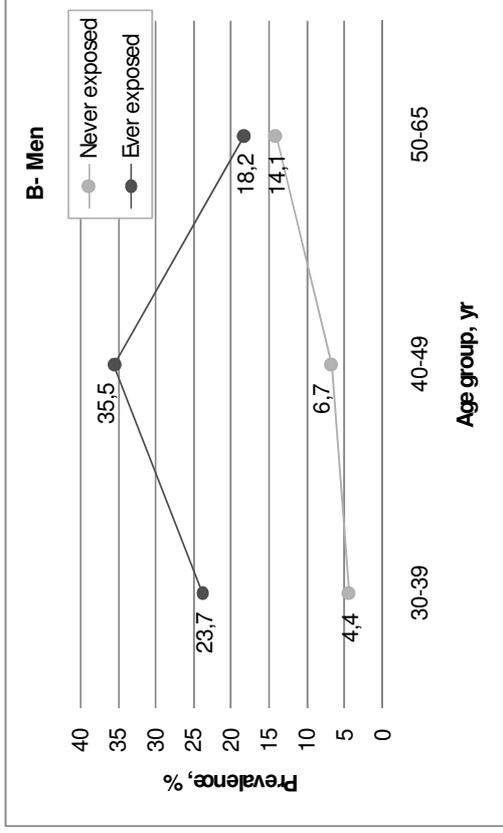


Figura 1. Prevalência da perda auditiva por idade de acordo com a exposição ao ruído em uma população geral de trabalhadores, Salvador, Brasil, 2006. Entre mulheres (A) e homens (B); estimativas ajustadas para o erro de mensuração da perda auditiva auto-referida e para o desenho amostral.

Interação entre exposição ao ruído e consumo de cigarros para a perda auditiva em mulheres: um estudo de base populacional

Interaction of noise exposure and cigarette smoking on hearing loss among women: a population-based study

Silvia Ferrite,¹ Vilma Sousa Santana,² Stephen William Marshall³

¹Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

²Programa Integrado de Saúde Ambiental e do Trabalhador, Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

³Department of Epidemiology, University of North Carolina at Chapel Hill, Chapel Hill, NC, USA

Correspondência:

Silvia Ferrite

Instituto de Ciências da Saúde

Departamento de Fonoaudiologia

Universidade Federal da Bahia

Av. Reitor Miguel Calmon, s/n, Vale do Canela

Salvador, BA, Brasil, 40110-902

E-mail: ferrite@ufba.br

Fax: +55-71-3336-0034 Telefone: +55-71-3283-7418

Resumo

Introdução: A prevalência de perda auditiva vem aumentando em adultos jovens. Efeitos adversos à audição decorrentes da interação entre ruído e fumo ainda não estão esclarecidos, mas parecem ser mais comuns em adultos jovens. Apesar das diferenças de gênero relativas à exposição ao ruído e ao consumo de cigarros, e de possíveis diferenças biológicas, a hipótese praticamente não foi investigada separadamente para as mulheres. Este estudo analisa a hipótese de interação entre ruído e fumo para a perda auditiva em uma população de mulheres jovens, com baixa exposição a ambos os fatores.

Métodos: Trata-se de estudo transversal de base populacional, com desenho amostral do tipo aleatório por conglomerados, em estágio único. A população foi constituída por todas as mulheres entrevistadas, com idade entre 20 e 49 anos (N=1723). A perda auditiva foi auto-referida com base em pergunta que foi objeto de um sub-estudo de validade. Foram criadas variáveis de desenho para os subgrupos de exposição isolada e combinada ao ruído e ao fumo, estabelecendo-se um grupo referente comum, constituído pelos nunca expostos a qualquer dos fatores. Razões de prevalência foram calculadas a partir de modelo log-linear, com ajuste para potenciais confundidores. Afastamentos da aditividade foram verificados pelas diferenças das medidas de associação entre os subgrupos e pela razão do contraste de interação (RCI). Efeitos foram também analisados para subgrupos correspondentes a variáveis relativas ao hábito de fumar.

Resultados: A população se caracterizava por baixos níveis de exposição a ambos os fatores. O efeito da exposição combinada para a perda auditiva (RP 3,94; IC95%:2,81-5,52) foi maior que o esperado com base no modelo aditivo (RP 3,05), considerando os efeitos isolados do fumo (RP 1,39 IC95%:1,07-1,81) e do ruído (RP 2,66 IC95%:1,86-3,82). A prevalência da perda auditiva, entre as mulheres expostas ao ruído, se elevou com a duração do hábito fumar, o número de cigarros consumidos por dia, o consumo acumulado ao longo da vida, e quanto mais cedo se iniciou o hábito. A razão do contraste de interação, RCI, revelou afastamentos da aditividade mais acentuados para as mesmas variáveis, mas não estatisticamente significantes.

Conclusões: Os resultados deste estudo sustentam a hipótese de interação entre a exposição a ruído e o hábito de fumar para a perda auditiva. Além disso, sugerem gradiente dose-resposta e maior expressão do efeito combinado com a intensificação do consumo de cigarros. A exposição conjunta a ruído e fumo pode ser responsável por um excesso de casos de perda auditiva entre adultos jovens, inclusive mulheres e grupos com baixo nível de exposição. Este efeito combinado assume maior relevância para a saúde pública pela alta prevalência das exposições e pelo potencial de prevenção.

Palavras-chave: perda auditiva, ruído, hábito de fumar, cigarro, interação, efeito combinado, sinergismo, mulheres, estudo populacional, epidemiologia.

Interação entre exposição ao ruído e consumo de cigarros para a perda auditiva em mulheres: um estudo de base populacional

Introdução

Há evidências de que a prevalência da perda auditiva esteja aumentando em adultos jovens (Agrawal et al., 2008). Isto implica em prejuízos na qualidade de vida que se iniciam prematuramente, resultando em um crescimento do número de pessoas afetadas, e conseqüentemente, em maior carga desta doença, com expressivos custos sociais e econômicos (Nelson et al., 2005). A exposição ao ruído ocupacional é a principal e mais comum causa modificável da perda auditiva em adultos (Dobie, 2008; Nelson et al., 2005; WHO, 1998). Paralelamente, fontes de ruído vêm se tornando mais comuns em ambientes não ocupacionais (WHO, 1998), bem como a proporção de jovens expostos a níveis elevados de ruído em atividades recreativas (Daniel, 2007; Passcheir-Vermeer et al., 2000). Achados de vários estudos consistentemente encontraram uma associação positiva entre hábito de fumar e perda auditiva (Agrawal et al., 2009; Fransen et al., 2008; Burr et al., 2005; Nomura et al., 2005a; Nakanishi et al., 2000; Cruickshanks et al., 1998). Efeitos adversos resultantes da interação entre o consumo de cigarros e outras exposições são reconhecidamente comuns (WHO, 1999), e a combinação com o ruído para a perda auditiva é uma hipótese investigada, especialmente nesta última década, com resultados ainda não conclusivos (Mizoue et al., 2003; Palmer et al., 2004; Burr et al., 2005; Ferrite et al., 2005; Nomura et al., 2005b; Uchida et al., 2005; Wild et al., 2005; Pouryaghoub et al., 2007; El Zir et al., 2008; Fransen et al., 2008; Agrawal et al., 2009). Efeitos de um possível sinergismo entre ruído e hábito de fumar foram mais comumente observados na audição de adultos jovens (Pouryaghoub et al., 2007; Ferrite et al., 2005), sugerindo que o desenvolvimento da perda auditiva pode ser acelerado pela exposição conjunta. O mecanismo subjacente à hipótese de interação inclui a isquemia e os radicais livres, comuns aos processos fisiopatológicos das lesões provocadas pelo fumo (Church et al., 1985), e também pelo ruído (Henderson et al., 2006). Estudos experimentais sugerem que, em exposições combinadas, lesões cocleares podem ocorrer pela potencialização da ação deletéria do ruído ou de substâncias ototóxicas, mesmo quando abaixo dos limites recomendados (Fechter et al., 2005; Morata, 2002).

Ambos, a exposição ao ruído e o consumo de cigarros, são condições globalmente disseminadas, prevalentes, mas menos comuns para o sexo feminino (Nelson et al., 2005; Chepesiuk, 2005; WHO, 1999). Estimativas indicam que 12% das mulheres fumam, em contraste com 47% dos homens (WHO, 1999). Estudos populacionais estimaram a exposição ao ruído em aproximadamente 11% das mulheres e um terço dos homens na Grã-Bretanha (Palmer et al., 2002), e 22% e 37%, respectivamente, entre trabalhadores em um centro urbano do Brasil (Ferrite et al., 2009). A pequena proporção de mulheres fumantes, assim como a menor prevalência da exposição ao ruído, são motivos comuns alegados para a sua exclusão em pesquisas. Assim, com a predominância do ruído em ocupações que concentram homens (Nelson et al., 2005), são raros os estudos sobre a interação entre a exposição ao ruído e o hábito de fumar para a perda auditiva que incluem mulheres (Agrawal et al., 2009; El Zir et al., 2008; Burr et al., 2005; Palmer et al., 2004), ou que apresentam resultados separadamente por sexo (Uchida et al., 2005). Usualmente, em comparação com os homens, mulheres se expõem a níveis menos elevados de ruído e por menor período ao longo da vida (Nelson et al., 2005), além do menor consumo diário de cigarros, geralmente com menor teor de toxinas, e iniciando mais tardiamente o hábito (Mackay et al., 2003). Além de diferenças de gênero relativas ao consumo de cigarros, trabalho e estilo de vida, existem diferenças biológicas, especialmente hormonais e no metabolismo de substâncias tóxicas, que indicam a necessidade de estudos que analisem separadamente as mulheres (Melikian et al., 2007).

Neste estudo, pretende-se contribuir para o conhecimento sobre o efeito combinado de ruído e fumo para a perda auditiva, a partir da análise da hipótese de interação em uma população de mulheres jovens, com reduzido nível de exposição a ambos os fatores.

Métodos

Este estudo transversal foi realizado com uma das fases de um estudo de coorte prospectiva, de base populacional, sobre condições de trabalho e saúde em uma grande área urbana da costa nordeste do Brasil, a cidade de Salvador, com 2,7 milhões de habitantes. Na quarta fase, em 2006, um questionário sobre saúde auditiva foi adicionado aos instrumentos empregados na coleta de dados. O desenho da amostra foi do tipo aleatório por conglomerados, em estágio único, tomando-se como

referência subáreas de um mapa da totalidade da área urbana da cidade. Com base no número estimado de adultos por residência, 3,8 (IBGE, 1999), e de domicílios por subárea, 32 foram sorteadas. Três subáreas foram descartadas por não serem habitadas, resultando em 29, nas quais 2512 famílias foram identificadas. A definição por este desenho amostral se deve à falta de registros de endereços completos em áreas pobres, e por permitir maior facilidade operacional no acesso à população, devolução e segurança para os entrevistadores. Após consentimento para a pesquisa, todos os residentes em cada domicílio foram identificados e registrados. Eram elegíveis para a entrevista todos os que referiram trabalho remunerado, ou não remunerado por pelo menos oito horas semanais. Devido aos objetivos deste estudo a população em análise restringe-se a mulheres entre 20 e 49 anos. Simultaneamente, um estudo de validade da perda auditiva auto-referida foi conduzido com uma amostra da população de origem (Ferrite et al., 2009). Entrevistadores treinados aplicaram questionários individuais, em visitas domiciliares, para coleta de dados sociodemográficos e sobre hábitos de vida, condições de trabalho e saúde, incluindo a saúde auditiva.

A perda auditiva foi definida pela resposta positiva à pergunta “Você sente que você tem uma perda auditiva?”, com sensibilidade de 78,9% e especificidade de 76,1% estimadas para o sexo feminino, na comparação com a audiometria para identificação de casos, assim considerados quando a média dos limiares auditivos de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz fosse maior que 25 dBNA na pior orelha (Ferrite et al., 2009). Para este estudo, não foram considerados como casos de perda auditiva os indivíduos com história de cirurgia otológica, realizada ou prescrita, perfuração timpânica, aquisição congênita ou na infância, ou com início de sintomas antes dos 16 anos de idade, condições não compatíveis com as lesões de interesse neste estudo. A exposição ao ruído, neste estudo, foi definida com base na resposta positiva a questões relacionadas a experiências ao longo da vida, seja o trabalho em ambientes onde seria necessário gritar para se comunicar (Neitzel et al., 2008), exposição ocupacional, seja os contatos próximos e frequentes com fontes de ruído excessivo em outras atividades, exposição não-ocupacional, que agrupadas constituíram a categoria – 1) alguma vez expostos, e os demais – 0) nunca expostos. Outras variáveis relacionadas à exposição ao ruído referem-se às dimensões de duração, frequência e exposição acumulada, definidas com base na história da exposição entre expostos, e dicotomizadas pela mediana da distribuição, respectivamente: duração em anos (<4, ≥4 anos); número médio de horas diárias (≤8, >8 horas); e exposição

acumulada ao longo da vida, calculada como o produto entre o número de horas diárias e a duração em anos (<24, ≥24). O hábito de fumar foi definido com base no consumo diário de cigarros por pelo menos um mês, em – 1) alguma vez fumante, e os demais – 0) nunca fumantes. Foi analisado segundo as dimensões de duração, frequência e exposição acumulada, definidas de acordo com a história do tabagismo, e categorizadas com base mediana da distribuição, respectivamente: duração em anos (0, <10, ≥10 anos); número médio de cigarros por dia (0, <5, ≥5 unidades), e consumo acumulado ao longo da vida, calculado como o produto entre o consumo diário e a duração em anos, dividido por 20 (0, <3, ≥3). As outras variáveis relacionadas ao consumo de cigarros foram: condição atual (nunca fumante, fumante atual, ex-fumante); e idade de início do hábito (nunca fumante, ≥20, <20 anos).

As variáveis sociodemográficas foram: sexo; idade; cor da pele, classificada em negra e não-negra; nível de escolaridade, categorizada em 1º. grau completo ou menor, e 2º. grau completo ou maior; nível sócio-econômico, baseada no número de posses da família (telefone, vídeo-cassete, toca-discos laser, microondas, máquina de lavar, máquina de lavar louça, computador, automóvel, casa de praia), categorizada em baixa, zero a três itens, ou média/alta, três a nove itens; e tipo de vínculo de trabalho, formal, quando com registro oficial, informal, na ausência deste, e doméstico, no caso de atividades realizadas para a própria família, sem remuneração. As variáveis relativas a fatores de risco para a perda auditiva foram exposição a solventes, traumatismo crânio-encefálico, uso de medicação ototóxica, hipertensão arterial e diabetes. A exposição a solventes foi definida como a história de exposição no trabalho por pelo menos cinco anos, ou fora do ambiente de trabalho quando frequente. O uso de medicação ototóxica é de difícil abordagem em entrevistas com a população, devido ao pouco conhecimento da natureza dessas medicações, e assim foi definido, neste estudo, pela história de quimioterapia, doença renal crônica ou hospitalização com risco de morte. Casos de hipertensão arterial e diabetes foram identificados quando havia referência ao diagnóstico por profissional médico.

Para a análise, foram construídas variáveis de desenho (*dummy*) relativas às exposições independentes (R₀F₁: ruído=0, fumo=1; R₁F₀: ruído=1, fumo=0) e combinada (R₁F₁: ruído=1, fumo=1) dos fatores em estudo, adotando-se como referência comum o grupo constituído pelos nunca

expostos a ruído e nunca fumantes (R_0F_0). Para a modelagem, as variáveis selecionadas foram as que se associavam com a perda auditiva, com *odds ratio* maior que 1,20 ou menor que 0,85, independentemente da significância estatística ($\alpha=0,05$), na análise univariada. Foram consideradas variáveis de confusão aquelas que, separadamente ou em conjunto, provocavam diferenças de pelo menos 15% nas associações principais, ou com base na literatura. A idade foi mantida em todos os modelos pela sua importância para o desfecho em estudo. Razões de prevalência (RP) brutas e ajustadas foram calculadas a partir de modelo log-linear utilizando-se o SAS GENMOD (SAS Institute, Inc, Cary, North Carolina). A aditividade foi verificada pela razão de contraste de interação, RCI (*interaction contrast ratio*, ICR) que quantifica o tamanho do afastamento da medida em relação ao valor nulo, que corresponde à aditividade ($RCI=0$), calculada com a equação: $RCI = RP_{11} - RP_{01} - RP_{10} + 1$ (Rothman et al., 2008). Efeitos foram também analisados para subgrupos correspondentes a variáveis relativas ao hábito de fumar, mantendo-se o ajuste para os potenciais confundidores. Para a inferência estatística, intervalos de confiança a 95% (IC95%) foram calculados pelo método de Mantel-Haenszel. Todas as análises foram ajustadas para o desenho amostral, utilizando-se o SAS 9.1. O projeto do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia.

Resultados

De 1851 mulheres entre 20 e 49 anos identificadas, 1723 (93,1%) participaram da entrevista, constituindo a população deste estudo. Nesta população de mulheres jovens, com média de idade em 33,6 anos, 364 (21,1%) referiram exposição ao ruído, e 320 (18,6%), ao fumo. A maior parte das mulheres que referiram exposição ao ruído foi exposta em ambiente laboral (78,6%) e mantiveram-se nesta condição por menos de seis anos (68,2%). A maioria entre as que já fumaram, consumiu menos de dez cigarros por dia (66,9%), por período igual ou menor que dez anos (58,8%), ou acumulou consumo menor que dez anos-maço (80,0%). Do total de mulheres, 82 (4,8%) referiram exposição a ambos os fatores, correspondendo a 22,5% das expostas ao ruído, e a 25,6% das expostas ao fumo.

A Tabela 1 mostra que entre as expostas ao ruído, foram mais comuns, a pele negra, o contrato informal de trabalho, a exposição a solventes, o hábito de fumar, antecedentes de trauma crânio-

encefálico e uso de medicação ototóxica, comparando-se às nunca expostas. O grupo também tinha menor proporção de pessoas que trabalhavam apenas para a família. As fumantes eram mais velhas, tinham menor escolaridade, e relataram, mais comumente, exposição ao ruído, hipertensão arterial e diabetes, do que as nunca fumantes. Todas essas diferenças foram estatisticamente significantes. Na Tabela 2, é apresentado o padrão de exposição ao ruído e ao fumo, com base nas dimensões de duração, frequência e exposição acumulada, comparando-se os grupos de exposição isolada e combinada. Não foram identificadas diferenças estatisticamente significantes nas distribuições. Mulheres com história de exposição ao ruído apenas em atividades recreativas constituíram parcela semelhante nos grupos de exposição isolada (21,3%) e combinada (22,0%).

[Tabela 1]

[Tabela 2]

A prevalência bruta da perda auditiva auto-referida variou de 8,1%, entre as nunca expostas ao ruído ou ao fumo, a 35,3%, entre as mulheres com história de exposição aos dois fatores. As razões de prevalência, tanto as não-ajustadas quanto as ajustadas, revelam uma tendência à elevação a partir da exposição isolada ao fumo, ruído e a ambas as exposições, com diferenças estatisticamente significantes entre os subgrupos (Tabela 3). Considerando as exposições isoladas, mulheres que fumavam tinham maior prevalência de perda auditiva do que o grupo referente ($RP_{aj}=1,39$ IC95%:1,07-1,81), bem como as que foram apenas expostas ao ruído ($RP_{aj}=2,66$ IC95%:1,86-3,82); enquanto aquelas que fumavam e foram expostas ao ruído tinham quase quatro vezes a prevalência de perda auditiva estimada no grupo de comparação ($RP_{aj}=3,94$; IC95%:2,81-5,52). Considerando-se as prevalências brutas, a estimativa da perda auditiva auto-referida no grupo de exposição combinada (35,3%) excedeu em 6,7% a esperada com base na aditividade dos efeitos (28,6%), um excesso relativo de 23,4%. A RP ajustada do efeito combinado de ruído e fumo, 3,94, foi superior à estimada com base no pressuposto da aditividade, 3,05, resultando em uma RCI > 0, embora não estatisticamente significante (RCI=0,88; IC95%:-0,47, 2,24).

[Tabela 3]

Na Tabela 4, verifica-se que entre os nunca expostos a ruído, a medida de associação entre o hábito de fumar e a perda auditiva auto-referida se eleva com a duração do hábito e com o consumo acumulado ao longo da vida. Esta tendência foi também observada entre os expostos a ruído, para a duração do hábito, número de cigarros consumidos por dia, consumo acumulado durante a vida e quanto mais cedo se inicia o consumo de cigarros. Todas essas tendências foram estatisticamente significantes. A estimativa da RCI revelou maiores afastamentos da aditividade com a duração do hábito, o número de cigarros consumidos por dia, o consumo acumulado durante a vida, e o início do consumo antes dos 20 anos de idade, embora os resultados não sejam estatisticamente significantes. A RCI não diferiu em relação à condição de fumante ou ex-fumante. Na Figura 1, é possível observar os desvios da aditividade na apresentação das prevalências ajustadas da perda auditiva para as categorias das variáveis relativas às dimensões de duração, frequência e exposição acumulada do hábito de fumar, de acordo com a exposição ao ruído.

[Tabela 4]

Discussão

Nesta população, apesar do reduzido nível de exposição ao ruído e ao fumo, a prevalência estimada da perda auditiva entre as mulheres expostas aos dois fatores foi maior do que a esperada pela soma dos efeitos isolados de cada um, caracterizando um efeito resultante de combinação mais que aditiva. Somam-se as evidências de heterogeneidade do efeito entre os grupos de análise, verificada pelas diferenças entre as medidas de associação. Desta forma, os resultados deste estudo sustentam a hipótese de interação entre a exposição a ruído e o hábito de fumar para a perda auditiva. Os resultados também indicam que o efeito do consumo de cigarros para a perda auditiva está positivamente relacionado à dose. O gradiente dose-resposta foi observado tanto entre as mulheres nunca expostas ao ruído quanto entre as expostas, sendo mais evidente neste grupo. Mulheres expostas ao ruído e que fumaram por 10 anos ou mais, ou pelo menos cinco cigarros por dia, ou acumularam consumo igual ou maior a três anos-maço ao longo da vida, ou ainda que iniciaram o hábito antes dos 20 anos de idade, apresentaram mais de quatro vezes a proporção de casos de perda auditiva observada entre os nunca expostos ao ruído ou ao fumo. Todas as RCIs estimadas

foram positivas, e elevaram-se com o aumento da dose; embora não estatisticamente significante, este achado sugere que pode ocorrer uma maior expressão do efeito combinado do ruído e do fumo, para a perda auditiva, com a intensificação do consumo de cigarros.

Nossos resultados confirmam os relatos de estudos que compararam o nível de audição entre adultos fumantes e não-fumantes, expostos ao ruído, que consistentemente encontraram piores limiares auditivos entre os consumidores de cigarro, em populações constituídas apenas por homens (Pouryaghoub et al, 2007; Wild et al., 2005), ou por indivíduos de ambos os sexos (Agrawal et al., 2009). Especificamente, Agrawal et al. (2009) analisaram dados do *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES, 1999-2002), nos Estados Unidos, e relataram interação significativa entre a exposição a ruído gerado por armas de fogo e consumo intenso de cigarros, pela verificação de piores limiares auditivos para 8 kHz, comparando-se aos não-fumantes. Piores limiares auditivos também foram verificados para 3 e 4 kHz entre fumantes expostos a ruído no trabalho (Pouryaghoub et al, 2007; Wild et al., 2005), sugerindo que podem estar em maior risco de desenvolver perda auditiva, e com maior grau de severidade, comparando-se aos não-fumantes. Nesta mesma direção, Burr et al. (2005) verificaram aumento da incidência da perda auditiva em fumantes expostos ao ruído, em comparação com não-fumantes, embora o consumo de cigarros tenha deixado de atuar como fator de risco entre trabalhadores expostos ao ruído por mais horas diárias. O gradiente dose-resposta entre o consumo de cigarros e a perda auditiva também foi relatado por outros estudos de base populacional (Fransen et al., 2008; Cruickshanks et al., 1998). O efeito relativo à dose, observado neste estudo também entre as mulheres expostas ao ruído, é concordante com os achados de estudos conduzidos com homens (Nomura et al., 2005b, Mizoue et al., 2003; Virokannas et al., 1995), embora divergente dos resultados de Uchida et al. (2005) que não encontraram gradiente dose-resposta entre expostos ao ruído, homens ou mulheres.

A comparação com estudos que analisaram especificamente a interação entre os dois fatores (Fransen et al., 2008; El Zir et al., 2008; Burr et al., 2005; Ferrite et al., 2005; Nomura et al., 2005b; Uchida et al., 2005; Palmer et al., 2004; Mizoue et al., 2003) é dificultada pela variação dos pressupostos teóricos ou abordagens metodológicas adotadas, comum ao estudo dos efeitos combinados e que geram, por vezes, diferentes interpretações para resultados similares.

Especificamente entre mulheres, nossos resultados divergem do relatado por Uchida et al. (2005), que referem não encontrar interação entre os fatores. No entanto, são concordantes se considerarmos os resultados que podem ser estimados a partir dos dados apresentados no estudo. Suspeita-se que mulheres podem ser mais susceptíveis às toxinas que constituem a fumaça do cigarro (Melikian et al., 2007). A possibilidade do efeito combinado toma maior importância no contexto atual, no qual, embora globalmente o consumo de cigarros venha declinando entre os homens, cresce entre as mulheres (Mackay et al., 2003), enquanto também se amplia a sua participação no mercado de trabalho, incluindo-se a alocação em postos com mais riscos ocupacionais (Brito, 2000).

Independentemente do sexo, nossos resultados concordam com aqueles que se pode estimar a partir dos dados apresentados por estudos que analisaram populações, ou subgrupos, de adultos com menos de 50 anos de idade (El Zir et al., 2008; Ferrite et al., 2005; Mizoue et al., 2003). Especificamente, medidas que sugerem afastamento da aditividade dos efeitos do ruído e do fumo para a perda auditiva, puderam ser estimadas para o subgrupo com idade entre 40 e 49 anos do estudo de Mizoue et al. (2003), assim como entre 20 e 40 anos do estudo de Ferrite et al. (2005), ambos conduzidos com trabalhadores expostos e não-expostos ao ruído ocupacional, enquanto El Zir et al. (2008) consideraram o ruído ambiental, e apresentaram dados que sugerem medidas na mesma direção para uma população entre 21 e 50 anos de idade. Resultados similares também podem ser estimados a partir dos dados obtidos em estudos populacionais que incluíram adultos jovens (Burr et al., 2005, Uchida et al., 2005; Palmer et al., 2004). Diversamente, estimativas provenientes da análise de populações ou grupos etários mais velhos não revelaram sinais indicativos do efeito combinado mais que aditivo nos estudos de Mizoue et al. (2003), 50-60 anos, e Fransen et al. (2008), 53-67 anos, ou demonstraram menor afastamento da aditividade comparando-se aos mais jovens (Ferrite et al., 2005). Assim, o efeito combinado parece ocorrer entre adultos jovens, e podem fazer parte da explicação, por um lado, uma possível redução do tempo de latência da perda auditiva quando a exposição ao ruído se combina ao consumo de cigarros, e por outro, a própria força da idade como determinante do desfecho (Dobie, 2008). Consistentemente, é maior a força da associação entre o hábito de fumar e a perda auditiva, entre expostos ao ruído, quando mais jovens (≤ 40 anos) (Pouryaghoub et al., 2007). Nossos resultados divergem dos relatados por Nomura et al. (2005b), que

testaram a hipótese de interação estatística, baseando-se portanto no pressuposto multiplicativo, e concluíram pela ausência de interação.

A análise e a interpretação dos resultados deste estudo se baseiam no conceito de interação causal, biológica, resultado do sinergismo entre dois fatores, e responsável por gerar mais casos de uma doença ou agravo do que seria esperado pela soma de suas ações independentes (Rothman et al., 2008). Assim, a hipótese se baseia na co-participação de dois fatores, conjuntamente responsáveis pelo desenvolvimento da doença, no caso a perda auditiva, em uma parcela da população que não adoeceria se exposta a apenas um deles (Greenland, 2009). A condução de uma metanálise, a partir de uma mesma abordagem conceitual e metodológica, certamente trará contribuições para o avanço do conhecimento sobre a hipótese em estudo.

O mecanismo subjacente à hipótese de interação entre exposição a ruído e consumo de cigarros na etiologia de lesões que se manifestam como perda auditiva, ainda não está totalmente esclarecido. A plausibilidade biológica desta co-participação envolve similaridades entre os caminhos causais – isquemia e estresse oxidativo (Henderson et al., 2006; Lacerda et al., 2005; Church et al., 1985), e sítios de lesão predominante, na cóclea. Além disso, estudos experimentais indicam que a exposição ao monóxido de carbono pode interromper mecanismos antioxidantes ou ampliar a geração de espécies reativas de oxigênio (ROS), potencializando a ação do ruído para as lesões cocleares (Fechter et al., 2005; Morata, 2002). Ressalta-se que a própria combustão do cigarro produz alta concentração de ROS na fumaça inalada (Huang et al., 2005), e que sua composição química inclui substâncias ototóxicas, que apesar de presentes em baixa concentração, podem ter participação na etiologia das lesões auditivas quando em combinação com o ruído (Ferrite et al., 2005), de forma análoga à sua ação em maiores concentrações (Sliwinska-Kowalska et al., 2007; Fechter et al., 2005). A razão do contraste de interação, ou RCI, adotada neste estudo para medir o afastamento da aditividade dos efeitos, é a mesma medida referida como RERI, “*relative excess risk due to interaction*” (VanderWeele, 2009). Uma RCI > 0, quando ambos os fatores nunca atuam na prevenção do efeito, é evidência de co-participação na mesma causa suficiente (Rothman et al., 2008). Numa condição em que se apresenta uma causa suficiente por interação entre dois fatores, deve haver um mecanismo subjacente que requer a presença de ambos para ocorrer (VanderWeele, 2009). Tanto o

ruído quanto o fumo não atuam na prevenção da perda auditiva, seu efeito combinado é biologicamente plausível, e todas as RCIs foram estimadas acima do valor nulo, embora não estatisticamente significantes.

Algumas limitações do estudo devem ser destacadas. Apesar do tamanho amostral, a baixa prevalência de ambas as exposições entre as mulheres pode ter prejudicado o poder deste estudo. Por comparar grupos menores de indivíduos, a análise de interação comumente se defronta com precisão insuficiente; testes de hipótese para aditividade têm pouco poder quando aplicados a tamanhos amostrais tradicionais, o que se reflete na pouca precisão das estimativas correspondentes (Rothman et al., 2008), como a RCI. Mesmo com baixa precisão, resultados de estudos de interação que apontem para possíveis efeitos combinados, biologicamente plausíveis, e susceptíveis a processos de intervenção para a prevenção de casos novos, sem prejuízo para a população, devem ser valorizados. Ademais, apesar da adição dos efeitos implicar em ausência de interação, esta é raramente a expectativa, pois seria pouco plausível que cada um dos fatores agisse de forma independente para todos os indivíduos (Rothman et al., 2008). Assim, é coerente presumir que a assunção da hipótese nula de interação como a adição dos efeitos, pode ser relativamente conservadora na perspectiva da saúde pública. Apesar dos resultados serem favoráveis à hipótese de interação biológica, o desenho transversal é limitado para a inferência causal, portanto devem ser interpretados com cautela. Todavia, são favoráveis as evidências de dose-resposta, a plausibilidade biológica, e a improbabilidade da causalidade reversa. Ressaltamos ainda que procuramos minimizar o efeito de potenciais confundidores por meio de ajuste para reconhecidos preditores da perda auditiva em todas as análises. Os dados sobre a exposição ocupacional foram auto-referidos, ressaltando-se que a pergunta utilizada foi similar à aplicada em outros estudos populacionais (Agrawal et al., 2008; Palmer et al., 2002) e que demonstrou boa acurácia para identificar exposições que excedem 85 dB(A) (Neitzel et al., 2008). O estudo inclui a exposição frequente a sons intensos em atividades recreativas na medida da exposição ao ruído, embora não estivessem disponíveis dados sobre a duração desta exposição. A perda auditiva auto-referida, utilizada no presente estudo, tem sido recomendada como alternativa para aplicação em investigações de larga escala, quando a audiometria não é viável (Sindhusake et al., 2001; Nondahl et al., 1998) e, especificamente, foi objeto de um sub-estudo de validade com uma amostra desta população (Ferrite et al., 2009), embora não

tenha incluído o grupo etário de 20 a 29 anos. Deve-se ressaltar que, mesmo não considerados os casos que claramente evidenciavam alteração de orelha média, não é possível afirmar os casos de perda auditiva se restringiram aos decorrentes de lesões cocleares.

Este estudo contribui para a saúde pública com o alerta de que um excesso de casos de perda auditiva pode estar sendo gerado em adultos jovens pela exposição conjunta a ruído e fumo, inclusive entre mulheres e em grupos que se caracterizam por baixa exposição. Mesmo que a proporção de casos atribuível ao efeito combinado dos dois fatores seja discreta, esta se reflete em um grande número de indivíduos com perda auditiva, pois ambas as exposições têm alta prevalência nas populações. Apesar dos avanços no controle de fatores de risco no ambiente de trabalho, o ruído ainda é a principal causa de perda auditiva permanente em adultos jovens, enquanto novas tecnologias e estilos de vida expõem novas gerações ao ruído em atividades diversas. O fortalecimento de medidas direcionadas à redução da exposição a ruído, ocupacional e recreativo, e do tabagismo, têm grande potencial na prevenção destes casos, pois podem ser evitados pela remoção de qualquer uma das exposições (Greenland, 2009).

Agradecimentos

Financiado por Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico / Ministério da Ciência e Tecnologia do Brasil [521226-98-8]; e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior / Ministério da Educação do Brasil [3875/07-5]. Apoio da University of North Carolina at Chapel Hill, School of Public Health, EUA.

Referências

Agrawal Y, Platz EA, Niparko JK. Prevalence of hearing loss and differences by demographic characteristics among US adults. Data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2004. *Arch Intern Med.* 2008;168(14):1522-30.

Agrawal Y, Platz EA, Niparko JK. Risk factors for hearing loss in US adults: data from the National Health and Nutrition Examination Survey, 1999 to 2002. *Otol Neurotol.* 2009;30(2):139-45.

Brito JC. Gender focus and the relationship between health and work in the context of productive reorganization and underemployment. *Cad Saude Publica.* 2000;16(1):195-204.

Burr H, Lund SP, Sperling BB, Kristensen TS, Poulsen OM. Smoking and height as risk factors for prevalence and 5-year incidence of hearing loss. A questionnaire-based follow-up study of employees in Denmark aged 18–59 years exposed and unexposed to noise. *Int J Audiol.* 2005;44(9):531-9.

Chepesiuk R. Decibel hell: the effects of living in a noisy world. *Environ Health Perspect.* 2005;113(1):A34-41.

Church DF, Pryor WA. Free radical chemistry of cigarette smoke and its toxicological implications. *Environ Health Perspect.* 1985;64:111–26.

Cruickshanks KJ, Klein R, Klein BEK, Wiley TL, Nondahl DM, Tweed TS. Cigarette smoking and hearing loss: the epidemiology of hearing loss study. *JAMA.* 1998;279(21):1715-9.

Daniel E. Noise and hearing loss: a review. *J Sch Health.* 2007;77(5):225-31.

Dobie RA. The burdens of age-related and occupational noise-induced hearing loss in the United States. *Ear Hear.* 2008;29(4):565-77.

El Zir E, Mansour S, Salameh P, Chahine R. Environmental noise in Beirut, smoking and age are combined risk factors for hearing impairment. *East Mediterr Health J*. 2008;14(14):888-96.

Fechter LD, Pouyatos B. Ototoxicity. *Environ Health Perspect*. 2005;113(7):A443-4.

Ferrite S. Epidemiologia da perda auditiva em trabalhadores adultos de Salvador, Brasil [tese de doutorado]. Salvador: Universidade Federal da Bahia; 2009.

Ferrite S, Santana VS. Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occup Med (Lond)*. 2005;55(1):48-53.

Fransen E, Topsakal V, Hendrickx J, Laer LV, Huyghe JR, Eyken EV, et al. Occupational noise, smoking, and a high body mass index are risk factors for age-related hearing impairment and moderate alcohol consumption is protective: a European population-based multicenter study. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2008;9(3):264-76.

Greenland S. Interactions in epidemiology: relevance, identification, and estimation. *Epidemiology*. 2009;20(1):14-7.

Henderson D, Bielefeld EC, Harris KC, Hu BH. The role of oxidative stress in noise-induced hearing loss. *Ear Hear*. 2006;27(1):1-19.

Huang MF, Lin WL, Ma YC. A study of reactive oxygen species in mainstream of cigarette. *Indoor Air*. 2005;15(2):135-40.

Lacerda A, Leroux T, Morata T. Ototoxic effects of carbon monoxide exposure: a review. *Pro Fono*. 2005;17(3):403-12.

Mackay J, Amos A. Women and tobacco. *Respirology*. 2003;8(2):123-30.

Melikian AA, Djordjevic MV, Hosey J, Zhang J, Chen S, Zang E, et al. Gender differences relative to smoking behavior and emissions of toxins from mainstream cigarette smoke. *Nicotine Tob Res.* 2007;9(3):377-87.

Mizoue T, Miyamoto T, Shimizu T. Combined effect of smoking and occupational exposure to noise on hearing loss in steel factory workers. *Occup Environ Med.* 2003;60(1):56-9.

Morata TC. Interaction between noise and asphyxiants: a concern for toxicology and occupational health. *Toxicol Sci.* 2002;66(1):1-3.

Nakanishi N, Okamoto M, Nakamura K, Suzuki K, Tatara K. Cigarette smoking and risk of hearing impairment: a longitudinal study in Japanese male office workers. *J Occup Environ Med.* 2000;42(11):1045-9.

Neitzel R, Daniell W, Sheppard L, Davies H, Seixas N. Comparison of perceived and quantitative measures of occupational noise exposure. *Ann Occup Hyg.* 2009;53(1):41-54.

Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med* 2005;48(6):446-58.

Nomura K, Nakao M, Morimoto T. Effect of smoking on hearing loss: quality assessment and meta-analysis. *Prev Med.* 2005;40(2):138-44.

Nomura K, Nakao M, Yano E. Hearing loss associated with smoking and occupational noise exposure in a Japanese metal working company. *Int Arch Occup Environ Health.* 2005;78(3):178-84.

Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, Tweed TS, Klein R, Klein BE. Accuracy of self-reported hearing loss. *Audiology.* 1998;37(5):295-301.

Palmer KT, Griffin MJ, Syddall HE, Coggon D. Cigarette smoking, occupational exposure to noise, and self reported hearing difficulties. *Occup Environ Med.* 2004;61(4):340-4.

Palmer KT, Griffin MJ, Syddall HE, Davis A, Pannett B, Coggon D. Occupational exposure to noise and the attributable burden of hearing difficulties in Great Britain. *Occup Environ Med.* 2002;59(9):634-9.

Passcheir-Vermeer W, Passcheir WF. Noise exposure and public health. *Environ Health Perspect.* 2000;108(Suppl 1):123-31.

Pouryaghoub G, Mehrdad R, Mohammadi S. Interaction of smoking and occupational noise exposure on hearing loss: a cross-sectional study. *BMC Public Health.* 2007;7(3):137.

Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. *Modern Epidemiology.* 3rd ed. Philadelphia: Lippincott-Williams-Wilkins; 2008.

Sindhusake D, Mitchel P, Smith W, Golding M, Newall P, Hartley D, et al. Validation of self-reported hearing loss. The Blue Mountains Hearing Study. *Int J Epidemiol.* 2001;30(6):1371-8.

Sliwinska-Kowalska M, Prasher D, Rodrigues CA, Zamyslowska-Szmytko E, Campo P, Henderson D, et al. Ototoxicity of organic solvents: from scientific evidence to health policy. *Int J Occup Med Environ Health.* 2007;20(2):215-22.

Uchida Y, Nakashima T, Ando F, Niino N, Shimokata H. Is there a relevant effect of noise and smoking on hearing? A population-based aging study. *Int J Audiol.* 2005;44(2):86-91.

Virokannas H, Anttonen H. Dose-response relationship between smoking and impairment of hearing acuity in workers exposed to noise. *Scand Audiol.* 1995;24(4):211-6.

Wild DC, Brewster MJ, Banerjee AR. Noise-induced hearing loss is exacerbated by long-term smoking. Clin Otolaryngol. 2005;30(6):517-20.

World Health Organization. Health effects of interactions between tobacco use and exposure to other agents. Environmental Health Criteria 211. Geneva: WHO; 1999.

World Health Organization. Prevention of noise-induced hearing loss: report of an informal consultation held at the World Health Organization, Geneva on 28-30 October 1997. WHO Programme for the Prevention of Deafness and Hearing Impairment. Geneva: WHO; 1998.

TABELA 1. Características sociodemográficas e fatores de risco para perda auditiva na população do estudo de acordo com a exposição ao ruído e o hábito de fumar

Variáveis	Exposição ao ruído		Hábito de fumar		Total	% ^a
	Não n=1359 (78,9)	Sim n=364 (21,1)	Não n=1403 (81,4)	Sim n=320 (18,6)		
Idade (em anos)						
20-29	541	136	611	66	677	39,3
30-39	414	120	461	73	534	31,0
40-49	404	108	331	181	512	29,7
Média (DP)	33,6 (8,6)	33,9 (8,4)	32,5 (8,2)	38,7 (8,4)	33,6 (8,6)	
Cor da pele						
Negra/Mulata	770	241	809	202	1011	58,7
Não-negra	589	123	594	118	712	41,3
Nível de escolaridade						
2o. grau ou maior	711	192	781	122	903	52,4
1o. grau ou menor	648	172	622	198	820	47,6
Nível socioeconômico						
Médio/Alto	599	171	640	130	770	44,7
Baixo	760	193	763	190	953	55,3
Tipo de vínculo de trabalho						
Formal	399	122	439	82	521	30,2
Informal	412	133	437	108	545	31,6
Doméstico / Não remunerado ^b	548	109	527	130	657	38,1
Exposição ao ruído	15	364	282	82	364	21,1
Exposição a solventes	15	21	27	9	36	2,1
Hábito de fumar	238	82	320	100,0	320	18,6
Traumatismo crânio-encefálico^c	24	14	31	7	38	2,1
Uso de medicação ototóxica^d	73	34	81	26	107	6,2
Hipertensão arterial^e	202	60	174	88	262	15,2
Diabetes^e	32	11	29	14	43	2,5

DP, desvio padrão.

^a Percentuais podem não somar 100 devido ao arredondamento de decimais.

^b Pelo menos 8 horas por semana.

^c Dados perdidos para quatro indivíduos.

^d História de quimioterapia, doença renal crônica, ou hospitalização com risco de morte; dados perdidos para dois indivíduos.

^e Informado por profissional médico; dados de hipertensão perdidos para dois indivíduos.

TABELA 2. Características da exposição ao ruído e do consumo de cigarros de acordo com os grupos de exposição isolada e combinada

Variáveis	Exposição isolada		Exposição combinada		p-valor
	n	% ^a	n	% ^a	
Exposição ao ruído	<i>Apenas ruído (n=282)^c</i>		<i>Fumo + Ruído (n=82)^c</i>		
Duração em anos					
< 4	122	55,0	39	60,9	
≥ 4	100	45,1	25	39,1	0,40
Média (IC95%)	5,1 (4,4 - 5,9)		5,3 (3,5 - 7,1)		0,87
Horas por dia					
≤ 8	160	72,1	51	79,7	
> 8	62	27,9	13	20,3	0,22
Média (IC95%)	7,8 (7,4 - 8,1)		7,9 (7,3 - 8,5)		0,69
Exposição acumulada^b					
< 24	120	54,1	41	64,1	
≥ 24	102	46,0	23	35,9	0,16
Média (IC95%)	5,0 (4,2 - 5,7)		5,3 (3,3 - 7,3)		0,74
Consumo de cigarros	<i>Apenas fumo (n=238)</i>		<i>Fumo + Ruído (n=82)</i>		
Duração em anos					
< 10	113	47,5	37	45,1	
≥ 10	125	52,5	45	54,9	0,71
Média (IC95%)	10,7 (9,5 - 11,8)		11,8 (9,8 - 13,8)		0,33
Cigarros por dia					
< 5	108	45,4	38	46,3	
≥ 5	130	54,6	44	53,7	0,88
Média (IC95%)	8,1 (7,0 - 9,1)		8,8 (6,7 - 11,0)		0,49
Anos-maço					
< 3	135	56,7	40	48,8	
≥ 3	103	43,3	42	51,2	0,21
Média (IC95%)	5,8 (4,5 - 7,0)		6,3 (4,4 - 8,2)		0,69

IC, intervalo de confiança.

^a Percentuais podem não somar 100 devido ao arredondamento de decimais.

^b Exposição acumulada = anos de exposição x horas por dia.

^c Dados perdidos de duração e frequência da exposição ao ruído para 60 indivíduos apenas expostos ao ruído, e para 18, expostos ao ruído e ao fumo.

TABELA 3. Prevalência bruta, razões de prevalência ajustadas e não ajustadas dos efeitos isolados e combinado da exposição ao ruído e do consumo de cigarros para a perda auditiva

Exposição ao ruído	Consumo de cigarros	n=1723	P %	Não ajustada		Ajustada ^a	
				RP ^b	IC 95%	RP ^b	IC 95%
Não	Não	1121	8,1	1,00		1,00	
Não	Sim	238	12,6	1,55	(1,15 - 2,10)	1,39	(1,07 - 1,81)
Sim	Não	282	24,1	2,96	(2,12 - 4,15)	2,66	(1,86 - 3,82)
Sim	Sim	82	35,3	4,35	(3,13 - 6,04)	3,94	(2,81 - 5,52)
Efeito combinado predito			28,6	3,51		3,05	
RCI (IC 95%)				0,83 (-0,68, 2,34)		0,88 (-0,47, 2,24)	

P, prevalência; RP, razão de prevalência; IC, intervalo de confiança; RCI, razão do contraste de interação.

^a Ajustado por idade, tipo de contrato de trabalho, exposição a solventes e hipertensão.

^b Todas as estimativas foram ajustadas para o desenho amostral.

TABELA 4. Razões de prevalência ajustadas dos efeitos isolados e combinado da exposição ao ruído e das características do hábito de fumar para a perda auditiva (n=723)

Variáveis (Hábito de Fumar)	Exposição ao ruído						Afastamento da aditividade	
	Não			Sim			RCI	IC 95%
	n=1359	RP ^{ab}	IC 95%	n=364	RP ^{ab}	IC 95%		
Condição atual								
Nunca fumante	1121	1,00	referente	282	2,66	(1,85 - 3,82)		
Ex-fumante	135	1,26	(0,89 - 1,81)	39	3,79	(2,42 - 5,94)	0,87	(-0,91, 2,65)
Fumante	103	1,56	(1,09 - 2,24)	43	4,07	(2,74 - 6,04)	0,84	(-1,05, 2,74)
P tendência		0,070			0,056			
Duração em anos								
Nunca fumante	1121	1,00	referente	282	2,65	(1,85 - 3,81)		
< 10	113	1,10	(0,64 - 1,89)	37	3,49	(2,27 - 5,35)	0,73	(-1,07, 2,53)
≥ 10	125	1,67	(1,14 - 2,47)	45	4,45	(3,04 - 6,52)	1,12	(-0,78, 3,03)
P tendência		0,040			0,026			
Cigarros por dia								
Nunca fumante	1121	1,00	referente	282	2,67	(1,86 - 3,83)		
< 5	108	1,28	(0,85 - 1,94)	38	3,20	(2,26 - 4,55)	0,25	(-1,58, 2,08)
≥ 5	130	1,48	(1,07 - 2,05)	44	4,54	(2,90 - 7,11)	1,41	(-0,40, 3,21)
P tendência		0,082			0,034			
Anos-maço								
Nunca fumante	1121	1,00	referente	282	2,66	(1,85 - 3,83)		
< 3	135	1,07	(0,72 - 1,59)	40	3,35	(2,36 - 4,76)	0,62	(-1,15, 2,39)
≥ 3	103	1,83	(1,34 - 2,50)	42	4,54	(2,95 - 6,97)	1,05	(-0,84, 2,93)
P tendência		0,033			0,030			
Idade de início								
Nunca fumante	1121	1,00	referente	282	2,66	(1,86 - 3,81)		
≥ 20 anos	158	1,43	(0,94 - 2,17)	45	3,65	(2,27 - 5,86)	0,55	(-1,15, 2,26)
< 20 anos	80	1,32	(0,78 - 2,21)	37	4,30	(2,86 - 6,45)	1,33	(-0,68, 3,33)
P tendência		0,119			0,047			

RP, razão de prevalência; IC, intervalo de confiança; RCI, razão do contraste de interação.

^a Ajustado por idade, tipo de contrato de trabalho, exposição a solventes e hipertensão.

^b Todas as estimativas foram ajustadas para o desenho amostral.

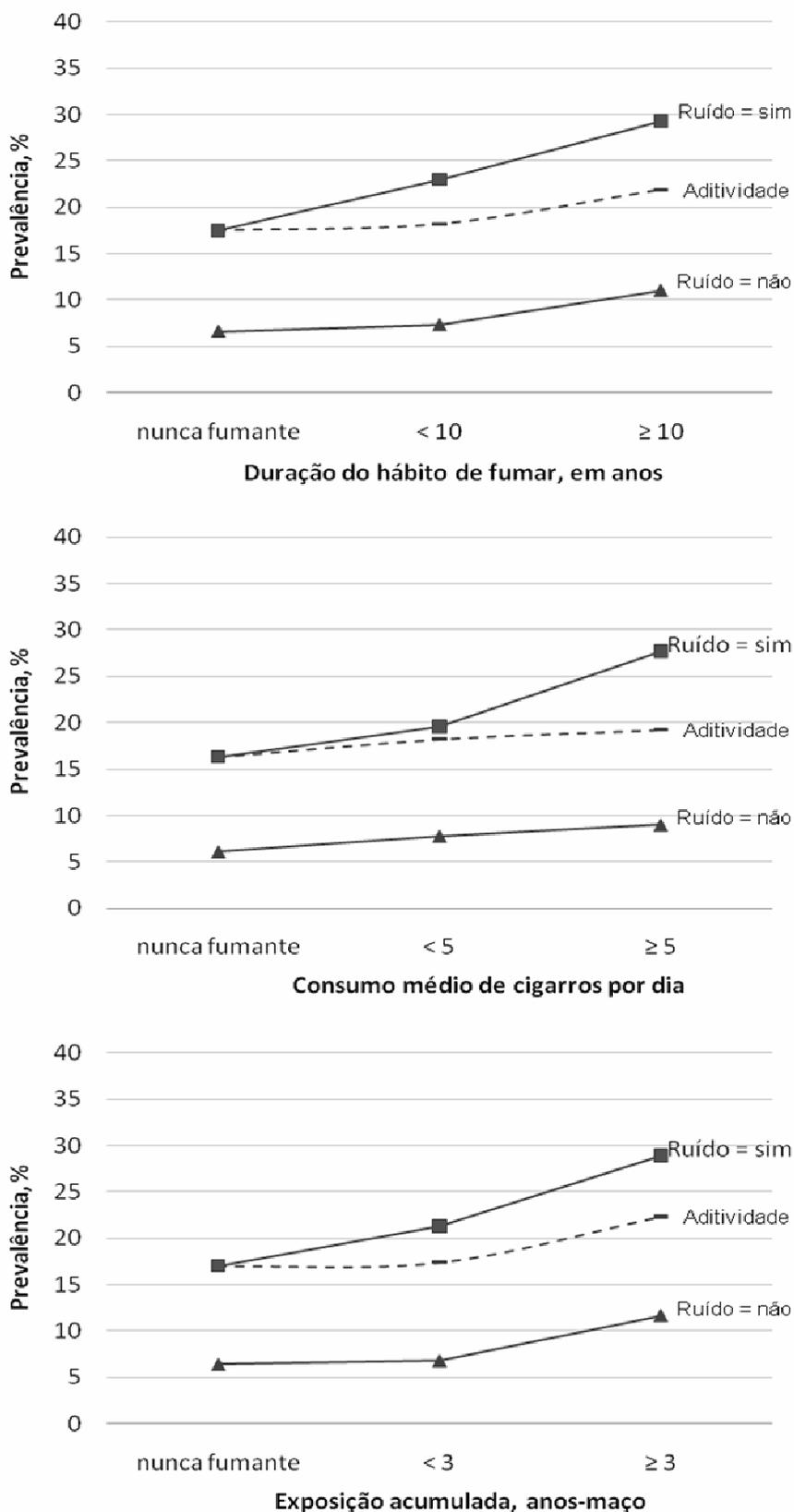


Figura 1. Prevalência ajustada da perda auditiva auto-referida para características do hábito de fumar de acordo com a exposição ao ruído, e a prevalência esperada com base na aditividade dos efeitos. Ajustado por idade, tipo de contrato de trabalho, exposição a solventes e hipertensão; todas as estimativas foram ajustadas para o desenho amostral.

ANEXOS

ANEXO 1

Projeto do Estudo-Mãe



Instituto de Saúde Coletiva
Universidade Federal da Bahia
PROGRAMA INTEGRADO EM SAÚDE AMBIENTAL E DO TRABALHADOR,
PISAT

Rua Augusto Vianna,s/n, Campus Universitário do Canela, Salvador-Bahia/Brasil, cep:40.110-070
#Tel: (071) 336-0034 Fax: (071) 237-5856 e-mail: valois@ufba.br

Nome do projeto:

“Incidência de Acidentes não fatais, seus Fatores de Risco e Impacto Social e Econômico sobre a Família do Trabalhador”

Coordenação: Vilma S. Santana, Ph.D. Professora Adjunta IV/ ISC-UFBA

Equipe: Silvia Ferrite (Fonoaudióloga, Professora Assistente ICS-UFBA)
Júlio César Leal (Pedagogo, Aluno do Doutorado em Educação/UFBA)
Andréa Monteiro de Amorim (Bióloga, Aluna do Doutorado em Saúde Coletiva/UFBA)
Martha Suely Itaparica (Bióloga, Aluna do Doutorado em Saúde Coletiva/UFBA)
Roberval Oliveira (Psicólogo, Aluna do Doutorado em Saúde Coletiva/UFBA)
Shirlei Xavier (Socióloga, Mestre em Saúde Coletiva/UFBA)
José Bouzas Araújo-Filho (Estatístico, Pesquisador Associado)
Alane Mendara (Psicóloga, Bolsista de Apoio Técnico/CNPq)
Gustavo Araújo (Sociólogo, Estagiário do PISAT)
Taís Monteiro (Estudante de Psicologia, Bolsista IC/CNPq)
Tiago Brito (Estudante de Farmácia, Bolsista IC/PIBIC)
Jônatas do Espírito Santo

Área de atuação: Saúde do trabalhador Salvador/gestores da área da saúde e segurança no Brasil.

Público alvo: trabalhadores do setor formal e informal de idade entre 10 e 65 anos

Justificativa: No Brasil, acidentes de trabalho se constituem em uma das principais causas de incapacidade para o trabalho e óbito, tendo repercussões não apenas no sistema de saúde, mas também na seguridade social, na economia do país e principalmente na saúde e bem estar da população. No entanto, apesar de notificação mandatória, as estatísticas sobre a ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais ainda são limitadas, especialmente para os eventos menos graves e trabalhadores do setor informal da economia. Além disso, são raros os estudos sobre os fatores de risco para acidentes de trabalho, porque em sua maioria são realizados com dados de óbitos ou com registros de notificação (CAT) conhecidos pela grande subenumeração. Sabe-se que políticas adequadas para o enfrentamento dessa questão requerem dados estatísticos confiáveis. Neste sentido, são notáveis os avanços dos sistemas de informação nacionais sobre saúde, que se encontram hoje em níveis comparáveis aos dos países desenvolvidos. No entanto, dados epidemiológicos confiáveis na área da saúde do trabalhador ainda estão por ser produzidos, de modo sistemático, especialmente estatísticas sobre a ocorrência de acidentes que permitam o exame das suas tendências temporais, ou o seu impacto econômico e social.

A sua realização insere-se dentro das ações programáticas que objetivam a prevenção desse importante problema de saúde pública, de longe reconhecido como o de maior impacto sobre o bem estar dos trabalhadores, que gera maiores despesas para o SUS e a Previdência Social, e é sobretudo prevenível.

Objetivos: Empregando-se uma abordagem epidemiológica baseada em um inquérito de base populacional por domicílios, objetiva-se estimar dados sobre a magnitude, extensão e características dos acidentes ocupacionais em trabalhadores do setor informal e compara-los com o setor formal, ao longo do tempo desde que se trata de um estudo de coorte. Além desses dados descritivos quantitativos serão analisados os fatores em associação com os acidentes, que poderão ser utilizados para a identificação de situações ou fatores de risco, informações chave para a definição de modos de prevenção. Políticas de saúde e segurança poderão ser implementadas visando a superação dos problemas detectados.

Ações/Atividades: com os recursos solicitados nessa proposta pretende-se produzir dados sobre a dimensão dos acidentes de trabalho não-fatais, fatores de riscos, a descrição dos principais problemas de saúde dos trabalhadores que representam categorias mais vulneráveis como empregadas domésticas, da construção civil e crianças e adolescentes.

Estratégia:

Trata-se de um estudo de corte prospectivo, com população fixa, de base comunitária, que vem sendo realizado com 2512 famílias (9.5551 pessoas) selecionadas aleatoriamente dentre os residentes em Salvador, em 2000. Foi realizada a Fase I (2000), a Fase II (2002) e a Fase III (2004), cujos dados encontram-se sendo analisados. Esta pesquisa vem contando com recursos do CNPq (Projeto Nordeste de Pesquisa, e Edital Universal), do Governo do Estado da Bahia/SEPLANTEC-CADCT, e mais recentemente recursos do Ministério da Saúde, oriundos do Fundo Nacional de Saúde.

Metas: Realizar a Fase IV do Projeto Acidentes (2006) de acordo com o descrito no corpo do projeto.

- 1) a 4ª fase do estudo de corte “Projeto Acidentes”, iniciado em 2000 e já concluída a 3ª etapa. Com estes recursos será possível garantir a seqüência prevista do componente longitudinal dessa pesquisa;
- 2) três teses de doutorado;
- 3) duas dissertações de mestrado;
- 4) publicar dois artigos internacionais e cinco artigos nacionais.

Recursos: O estudo será realizado pela equipe do Programa Integrado em Saúde Ambiental e do Trabalhador (PISAT) do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia, que dispõe de infra-estrutura adequada para a pesquisa, conforme pode ser visto na sua experiência anterior com as demais Fases.

Indicadores para acompanhamento e avaliação:

- 1) IV Etapa do Projeto Acidentes realizada que envolve a visita e realização de entrevistas com 2512 famílias;
- 2) publicações de artigos, defesas de teses e dissertações, e apresentação de monografias de cursos de especialização.

Incidência de Acidentes não fatais, seus Fatores de Risco e Impacto Social e Econômico sobre a Família do Trabalhador

1.Introdução

No Brasil, acidentes de trabalho se constituem em uma das principais causas de incapacidade para o trabalho e óbito, tendo repercussões não apenas no sistema de saúde, mas também na seguridade social, na economia do país e principalmente na saúde e bem estar da população. No entanto, apesar de notificação mandatória, as estatísticas sobre a ocorrência de acidentes e doenças ocupacionais ainda são limitadas, especialmente para os eventos menos graves e trabalhadores do setor informal da economia. Além disso, são raros os estudos sobre os fatores de risco para acidentes de trabalho, porque em sua maioria são realizados com dados de óbitos ou com registros de notificação (CAT) conhecidos pela grande sub-enumeração.

Sabe-se que políticas adequadas para o enfrentamento dessa questão requerem dados estatísticos confiáveis. Neste sentido, são notáveis os avanços dos sistemas de informação nacionais sobre saúde, que se encontram hoje em níveis comparáveis aos dos países desenvolvidos. No entanto, dados epidemiológicos confiáveis na área da saúde do trabalhador ainda estão por ser produzidos, especialmente estatísticas sobre a ocorrência de acidentes, de modo sistemático que permita o exame das suas tendências temporais, ou o seu impacto econômico e social. Entretanto, já se encontram disponíveis dados que permitem a estimativa de estatísticas, desde que se empreguem recursos metodológicos que maximizem a viabilidade de sua utilização, minimizem os problemas com a qualidade, assumindo-se e explicitando-se os necessários pressupostos e as limitações decorrentes desses procedimentos.

O mercado de trabalho no Brasil vem sofrendo profundas transformações, especialmente nas últimas décadas, nas quais se destaca o crescimento da participação de trabalhadores no setor informal da economia, estimado em 50,8% da força de trabalho ativa (Barros & Mendonça, 1996). Apesar disso, existem poucos estudos sobre o perfil de mortalidade, morbidade ou especificamente sobre a ocorrência de acidentes fatais ou não fatais, enfermidades ou disfunções de natureza ocupacional, ou relacionadas à este setor da economia, mesmo em países conhecidos pela extensão e qualidade da pesquisa em saúde ocupacional.

Nesse estudo, de coorte ou seguimento, planejado para iniciar em 2000 e ser concluído em 2010, colhem-se dados para um grupo de trabalhadores residentes na cidade de Salvador, capital do estado da Bahia, desde 2000, a cada dois anos, para se estimar medidas de morbidade de acidentes de trabalho não-fatais, examinando-se o papel da informalidade dos contratos de trabalho, e outros fatores associados como a ocupação e a cor da pele, focalizando também grupos especiais mais representativos numericamente, como os trabalhadores da construção civil, empregadas domésticas e crianças e adolescentes trabalhadores. Além de abordagens quantitativas, epidemiológicas, utilizam-se estratégias qualitativas especialmente dirigidas para o estudo das representações sociais sobre o risco e também, nessa fase em particular, da percepção dos efeitos do trabalho dos adolescentes sobre a sua formação em cidadania, objeto de um dos estudos que conforma uma tese de doutorado.

2. Antecedentes

Neste Projeto Integrado, pretende-se dar continuidade aos estudos sobre acidentes de trabalho que vem sendo conduzidos desde 1998 pela equipe do Programa Integrado em Saúde Ambiental e do Trabalhador, PISAT, do Instituto de Saúde Coletiva, UFBA. O seu objetivo geral é estudar a magnitude dos acidentes de trabalho não fatais, os seus fatores de risco e o impacto sobre a família utilizando-se uma pesquisa com um componente epidemiológico e um outro etnográfico. Esta pesquisa vem contando com recursos do CNPq (Projeto Nordeste de Pesquisa), do Edital Universal, do Governo do Estado da Bahia/SEPLANTEC-CADCT, e mais recentemente de recursos do Ministério da Saúde, oriundos do Fundo Nacional de Saúde.

Vale ressaltar que o estudo original vem apresentando alguns desdobramentos já previstos no seu início, especialmente em relação, ao maior foco em: a) alguns segmentos populacionais - criança e adolescentes, e mulheres; categorias ocupacionais específicas – empregadas em serviços domésticos, trabalhadores da construção civil e vendedores ambulantes; outros efeitos sobre a saúde – sintomas de depressão e ansiedade, sintomas músculo-esqueléticos, saúde e bem estar auto-percebidos, sintomas respiratórios, dentre outros; respostas sociais – acesso a serviços de saúde pelos trabalhadores acidentados, formulação de políticas de proteção da trabalhadora adolescente em serviços domésticos; aspectos metodológicos – estudo da confiabilidade entre respostas a questionários de adolescentes e crianças em comparação às suas respectivas mães (dissertação de

mestrado já defendida) e integração de abordagens quali/quantitativa; aspectos sociais: apoio social, discriminação racial e clima de segurança. Outros projetos surgiram em consonância com esta linha de pesquisa, voltados para o monitoramento dos acidentes de trabalho não fatais, utilizando áreas sentinelas o uso do método de captura-recaptura para estimativas corrigidas de acidentes de trabalho sem financiamento, e também sobre estimativas de custos sociais diretos e indiretos dos acidentes de trabalho que recentemente recebeu um Grant da COSAT/MS.

3. Objetivo geral

Produzir conhecimento em bases científicas sobre os acidentes de trabalho e outros efeitos sobre a saúde do trabalhador, focalizando aspectos da dimensão dos problemas, determinantes, fatores de risco, impactos sociais e econômicos, além de propiciar as bases para o desenvolvimento de tecnologias para o seu monitoramento e definições de políticas de prevenção e promoção da saúde.

3.1 Objetivos específicos:

- 1) estimar a evolução da incidência de acidentes ocupacionais de acordo com idade, gênero, etnicidade, intensidade de trabalho, setor da economia, frequência à escola, padrões de sono, depressão e ansiedade e identificar fatores sociais e demográficos associados com o acidente de trabalho.
- 2) descrever as características dos acidentes de trabalho, como o tipo de lesão, gravidade, localização anatômica, características dos eventos relacionados como quedas, choques com objetos em movimento etc.;
- 3) descrever situações que precederam a ocorrência e "causas" atribuídas pelo trabalhador acidentado, sua percepção de riscos, os padrões de procura por ajuda e os tipos de cuidado e de serviço utilizados;
- 4) ampliar o escopo de conhecimento sobre o trabalho feito por crianças e adolescentes, focalizando os seus determinantes e fatores de risco, sua distribuição espacial, e como se associa a efeitos educacionais, como a formação da cidadania, desempenho em linguagem e expressão e aritmética, e também com a saúde, tanto nos adolescentes como tardiamente, na idade adulta;

- 5) analisar os problemas de saúde mais comuns entre as empregadas em serviços domésticos, como o assédio sexual, a depressão e a ansiedade, e entre os trabalhadores da construção civil os acidentes de trabalho;
- 6) estimar interações de variáveis como o hábito de fumar, e a idade, e o efeito do ruído ocupacional para a perda auditiva ocupacional.

4. Estado da arte do conhecimento

Entre os raros estudos existentes sobre acidentes ocupacionais em trabalhadores não contratados regularmente, destaca-se uma pesquisa realizada em Paris, que revelou maiores taxas de acidentes nos trabalhadores terceirizados em relação aqueles que tinham contrato formal de trabalho nas mesmas empresas (François & Lievin, 1998). Pesquisas conduzidas em pequenas indústrias mostram maiores taxas de acidentes fatais e não fatais do que nas firmas de grande porte (Nagaraja, 1998; Seppala, 1998), e também maiores percentuais de omissão de dados sobre a natureza ocupacional de acidentes quando o atendimento médico foi necessário (Larsson, 1998; Foley, 1988). Em um inquérito comunitário realizado com 13.286 pessoas na Etiópia, com a maioria da população envolvida em arranjos informais de trabalho, verificou-se que 81% dos acidentes entre adultos eram de natureza ocupacional (Tsega, 1998). Em estudos conduzidos no estado de Washington, Estados Unidos, observou-se que trabalhadores temporários apresentavam maiores taxas de “classes de risco” do que os trabalhadores permanentes em cada um dos tipos de ocupação e que essas diferenças variavam com o tipo de indústria e aumentavam de acordo com a gravidade do risco da atividade (Foley, 1998). Como nesse local, cabe ao Estado a responsabilidade universal pelas licenças e indenizações trabalhistas, foi possível também estimar que trabalhadores temporários apresentavam maiores taxas de pedidos do que os permanentes, sendo que os trabalhadores temporários da construção civil, condutores de veículos, produção industrial de alimentos e agricultura encontravam-se em especial desvantagem em relação ao tempo de afastamento por acidente (Foley, 1998). Portanto, todos os estudos encontrados sobre o tema mostram resultados que apontam em uma mesma direção: uma inequívoca desigualdade de riscos ocupacionais e de suas conseqüências, não apenas em magnitude mas também em gravidade, desvantajosas para os trabalhadores de vínculo precário, próximo ao que denominamos de setor informal.

No Brasil, com base em dados notificados, estima-se que os acidentes ocupacionais foram responsáveis por 100.000 mortes nos últimos 25 anos (Wunsch Filho, 1998). Dados nacionais sobre o setor informal, cujos acidentes não são registrados, inexistem. Os primeiros dados produzidos no Brasil sobre essa questão procedem de uma pesquisa conduzida em São Paulo, cujos resultados preliminares apontam para uma menor incidência anual de acidentes ocupacionais entre os trabalhadores autônomos (31,58%) quando comparados aos assalariados (42,26%). Todavia, estes são ainda dados brutos, não ajustados para variáveis de confusão já bem documentadas na literatura, como a idade, sexo, escolaridade, nível socioeconômico. Ademais, não se levou em consideração cada um dos tipos de ocupação, principal fator preditor de acidentes, exceção para o serviço doméstico que revela maiores taxas para os diaristas quando comparados aos mensalistas (Barata *et al.*, 1998). Vale notar que este setor já chamava a atenção de pesquisadores dessa instituição que estimaram maiores prevalências de escores elevados de sintomas psicológicos entre trabalhadores do setor informal (Almeida-Filho, 1987; Pinto, 1990) e especificamente entre mulheres (Santana *et al.*, 1997).

Neste setor é grande a participação de crianças e adolescentes, cuja incorporação no mercado de trabalho é importante problema social desde o século XVIII, mantendo-se, até o presente, como uma questão ainda não resolvida quase em todo o mundo. Embora ainda classificado como país em desenvolvimento, o Brasil é a maior economia da América Latina, com um significativo segmento industrial, apresentando em algumas regiões, características de países desenvolvidos. Aproximadamente 13% das crianças de idade entre 5 e 14 anos, e 20% das crianças entre 10 e 14 anos trabalham em áreas urbanas do Brasil muito embora a idade mínima para o trabalho seja de 16 anos, sendo que entre 16 e 18, as atividades devem limitar-se às não perigosas, o que também se aplica a aprendizes que podem ser legalmente contratados entre 12 e 14 anos de idade (Ministério do Trabalho e Emprego, 1999). No entanto, de acordo com os dados do Censo-IBGE (Brasil, 1999), o trabalho de crianças e adolescentes prevalece nas áreas menos industrializadas, particularmente no Nordeste, entre crianças e adolescentes do sexo masculino, negros e pobres. As mais importantes atividades no trabalho feito por crianças são o trabalho doméstico, construção e o comércio, especialmente no setor informal, onde a legislação que restringe a participação infantil não é cumprida por se tratar de firmas não legalizadas. Sem carteira de trabalho registrada, sem controle dos locais de trabalho, e até mesmo sem ter a quem recorrer em casos de abusos e de situações de perigo reconhecidos,

os trabalhadores do setor informal estão a merecer atenção urgente por parte das instituições públicas.

Alguns estudos têm apresentado dados indicativos de que as mais altas taxas de lesões e mortes por causas externas ocorrem entre trabalhadores jovens quando comparados a trabalhadores de todas as idades, notadamente no sexo masculino (U.S. Department of Labor, 1998; Castillo *et al.*, 1994). Estas lesões e mortes são preveníveis. Adolescentes podem ser mais susceptíveis a lesões e danos por causas externas do que os adultos, não apenas porque lhes faltam experiência e treinamento adequado em comparação com os adultos, mas também porque os equipamentos e ferramentas são apropriados para a dimensão corporal dos adultos (Pollack *et al.*, 1992). Embora ainda não muito bem documentado, o estágio de desenvolvimento emocional e cognitivo de crianças e adolescentes podem potencialmente aumentar o risco para os acidentes de trabalho (National Committee for Injury Prevention and Control, 1989). Estudos em outros países mostram que acidentes de trabalho são comuns em adolescentes (Fassa *et al.*, 2000; Graitcer & Lerer, 1998; Runyan & Zakocs, 2000). No Brasil, de acordo com os dados oficiais disponíveis, e portanto apenas para o trabalho legalizado ou formal, em 1997, foram registrados 4.314 benefícios concedidos em decorrência de acidentes de trabalho entre os menores de 18 anos de idade. Evidência da gravidade desse problema, 218 meninos e meninas nessa faixa de idade faleceram como consequência deste tipo de acidente (Brasil, 2000). É provável ainda que estes dados estejam subestimados, e sejam parciais, principalmente pela concentração de menores no setor informal da economia, ou pelo grande número de trabalhadores sem carteira, para os quais usualmente não se emitem registros administrativos desses eventos.

No Brasil, poucos estudos têm focalizado acidentes ocupacionais entre crianças e adolescentes. De acordo com os dados oficiais disponíveis, e portanto apenas para o trabalho legalizado ou formal, as compensações decorrentes de acidentes de trabalho fatais e os que determinaram incapacidade parcial ou total permanente ocorreram em taxas menores nos adolescentes do que entre adultos. Por exemplo, em 1995, registraram-se 24 casos de compensação para incapacidade permanente e 255 fatalidades entre crianças de menos de 15 anos de idade (Ministério do Trabalho e Emprego, 1999). Todavia, é provável que estes dados estejam subestimados, por causa da ampla falta de conhecimento sobre a legislação e os direitos do trabalhador e o pobre acesso aos serviços sociais, situações que são comuns nas áreas pobres

urbanas e rurais. Isto se confirmou com os resultados do estudo de Fassa (2000) no qual os autores relatam alta incidência de acidentes entre crianças em um estudo de base populacional conduzido em Pelotas.

No Brasil, a ocupação mais comum entre as mulheres é o emprego em serviços domésticos, que representa cerca de 19,5% da participação feminina na força de trabalho. Em 1998, aproximadamente cinco milhões de mulheres tinham como atividade remunerada principal o serviço doméstico, o que demonstra a permanência em larga escala da delegação dos afazeres domésticos a terceiros, tal como ocorria na época colonial escravista. A empregada para serviços domésticos é considerada imprescindível pela maior parte das famílias, sejam de áreas urbanas ou rurais, por permitir a redução da sobrecarga do trabalho de casa e a participação de mulheres, especialmente para as que têm filhos menores, no mercado de trabalho. Embora o emprego em atividades domésticas tenha sido abordado em vários estudos sociológicos ou antropológicos são poucas as pesquisas voltadas para a saúde destas trabalhadoras. Exemplo disso são os acidentes de trabalho, um dos mais importantes problemas de saúde do trabalhador em todo o mundo, que permanece pouco estudado, especialmente para empregadas em serviços domésticos. Um dos poucos estudos encontrados estimou uma incidência anual de 33,78/1.000 de acidentes de trabalho não fatais entre diaristas, e de 41,11/1.000 em mensalistas. A falta de dados de morbidade sobre acidentes de trabalho para estas trabalhadoras dificulta a implantação de medidas de controle e prevenção.

5. Resultados preliminares

5.1 Resultados da Fase I - Basal (*baseline*)

Os dados da Fase I inicial (*baseline*) foram analisados em torno de três temas principais: trabalho no setor informal, focalizando também as diferenças de gênero para os acidentes de trabalho (Santana et al., Acidentes de trabalho não fatais: diferenças de gênero e tipo de contrato de trabalho, Cad Saúde Pública, 2003: 19:190-118), características do trabalhador infantil e adolescente e incidência de acidentes de trabalho não fatais (Santana et al, Acidentes de trabalho não fatais em adolescentes, Cad. Saúde Pública, 2002:18-109-118) e empregadas em serviços domésticos (Santana et al., Empregadas em serviços domésticos e acidentes de trabalho não fatais 2003; Revista de Saúde Pública 37:65-74) e ainda “Non-fatal occupational accidents and informal jobs” (Annals of Occupational Hygiene, 48(2):147-157 2004). Nessa

etapa de trabalho, a população do estudo ficou composta por 9.591 indivíduos de 2.512 famílias aleatoriamente selecionadas por meio de amostragem de superfície, e 5.501 trabalhadores de 10 a 65 anos. A incidência cumulativa anual de acidentes não fatais foi estimada em 5,80% e a taxa de incidência de 5,6/200.000 horas trabalhador por ano (FTE), que corresponde a 100 trabalhadores de tempo integral, por ano. Entre as mulheres, a taxa anual de acidentes de trabalho (6,12/100 FTE/ano) foi discretamente maior do que entre os homens (5,59/100 FTE/ano), diferença não estatisticamente significativa; no grupo de mulheres, as taxas foram maiores entre os trabalhadores informais (7,0/4,6, RR=1,52, 95%IC: 0,95-2,44) do que entre os homens (RR=1,12, 95% IC: 0,70-1,60), mas nenhuma das diferenças foi estatisticamente significativa. Entre os trabalhadores informais, o ramo de atividade que relativamente concentrou as maiores taxas de acidentes não fatais foi o de comércio (para as mulheres e os homens). As características dos acidentes são distintas de acordo com o gênero e o setor da economia. Por exemplo, entre as mulheres no setor formal, as quedas foram as causas mais comuns, enquanto nas do setor informal predominaram as queimaduras. Acidentes de trabalho nos trabalhadores do sexo masculino, ao contrário, foram mais comumente devido a manipulação de instrumentos perfuro-cortantes, maior no setor informal do que no formal. Ao contrário, as quedas predominaram entre os trabalhadores do setor formal. Em suma, a incidência de acidentes de trabalho, em geral, é muito mais elevada do que mostram os dados oficiais e a divulgada por outros países. Mulheres tiveram maior chance de sofrer acidentes do que os homens, confirmando achados de pesquisas feitas com trabalhadores previdenciários, embora entre os adolescentes as diferenças tenham sido mínimas. Estes resultados preliminares também mostram que não há diferenças no risco de acidentes entre o setor formal e informal, o que sugere precariedade de condições de trabalho que prevalece em ambos os setores.

Crianças e adolescentes (10-21 anos) corresponderam a 26,7% da população geral do estudo, cerca de 2.561 pessoas, das quais 470 eram trabalhadores remunerados e 746 trabalhavam "tomando conta da casa". Entre os jovens no mercado de trabalho, a incidência de acidentes entre as pessoas do sexo feminino foi 3,8% e no sexo masculino 4,1%, diferença não estatisticamente significativa. A maioria dos acidentes entre as mulheres ocorreu no emprego doméstico, sendo bastante variado o perfil de ocupações dos meninos e adolescentes do sexo masculino que foram acidentados. Além disto, entre as empregadas domésticas, maior contingente ocupacional de mulheres, a incidência anual de acidentes de trabalho foi estimada em 5,5%, maior do que entre as trabalhadoras de outras ocupações (2,8%), diferença estatisticamente significativa. Um dos estudos finalizados sobre crianças e adolescentes tratou do grau de confiabilidade entre respostas dadas a questionários por estes indivíduos e as de suas mães, objeto de dissertação de mestrado de Helena Maria Fraga Maia, que se encontra publicado e cuja cópia se encontra anexa. Os resultados mostram que as respostas concordam pouco com as de suas mães especialmente quando se tratam de aspectos subjetivos como sintomas de depressão e ansiedade, sendo maiores para os transtornos do sono.

Da Fase II, deu-se continuidade à análise dos dados. Das 9.551 pessoas da população da Fase Basal foi possível localizar 9.302, que corresponde a 2.450 famílias, com uma proporção de perdas de 5,0%. Devido a insuficiência dos recursos captados, apenas parte da coorte foi re-entrevistada. Os primeiros resultados da análise de seguimento mostram, por exemplo, que o principal determinante do trabalho da criança e do adolescente é o desemprego do pai e da mãe, estando em elaboração análises referente a outros determinantes de natureza espacial, como também preditores ocupacionais da incidência de depressão e ansiedade. Esses dados foram empregados para a elaboração dos artigos sobre

A segunda re-entrevista relativa à Fase III foi concluída. Foram localizados 10.935 indivíduos considerando-se as empregadas domésticas que passaram a integrar a população de estudo pois eram novas contratadas dentre algumas das 2.504 famílias identificadas que compõem a população do estudo. Após a coleta foi feita a digitação dos dados no *software* EPI-INFO 6.0 (Dean *et al.*, 1995) que ocorreu no período de nov/dez 2004. Em seguida, foi feita a crítica do banco de dados finalizada em fev/2005. Nesta fase, a metodologia utilizada para a coleta de dados foi à mesma aplicada nas fases anteriores. Foram realizadas algumas modificações nos instrumentos aplicados da fase II para Fase III de acordo com os objetivos deste estudo. Não houve modificação na Ficha da Família e na Ficha de Acidentes continuando estas a colher as mesmas informações necessárias na fase anterior. A Ficha Individual do Adolescente (FIA) – Fase II - foi modificada e incorporada a ela a Ficha de Sintomas Psicológicos transformando-se em Ficha Individual do Trabalhador (FIT) e Ficha Individual do Adolescente (FIADOL) – instrumentos da Fase III. A FIT e a FIADOL possuem a mesma estrutura contendo as mesmas questões, exceto por dois aspectos a mais que a FIADOL aborda (Educação e Cidadania), sendo sujeitos elegíveis para responder a FIT indivíduos que tenham de 22 a 65 anos que tenham trabalho pago ou não; e para a FIADOL adolescentes de 10 a 21 anos que foram selecionados para responder este instrumento. Da Ficha de Sintomas Psicológicos foi excluído o bloco de Relacionamento Interpessoal e duas questões do bloco de padrões de sono. Este procedimento foi adotado com o objetivo de otimizar a aplicação dos instrumentos. Basicamente as modificações foram as seguintes: foram excluídas questões sobre religiosidade, o bloco referente à trajetória para o setor informal, o bloco de sintomas músculo-esqueléticos e o de problemas respiratórios. Foi incluído um bloco sobre audição (perda auditiva auto-referida). A Ficha da Empregada Doméstica e da Mulher Trabalhadora deixou de ser utilizada nesta fase, sendo incorporada apenas algumas questões dos blocos de controle sobre o trabalho e satisfação profissional e o de percepção dos efeitos do trabalho sobre a saúde no bloco de características do trabalho atual principal e pago na FIADOL e na FIT.

A análise dos dados será iniciada logo que seja concluída a etapa de limpeza dos dados e codificação pela CBO das cerca de 3500 ocupações diferentes registradas, que se encontra atualmente em finalização. Com dados desta etapa estão previstos:

1. Tese de Doutorado:

a) Doutoranda Silvia Ferrite – **“Efeitos conjuntos do tabagismo, ruído ocupacional e idade para a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional – um estudo de base populacional”** Data de defesa prevista – 31/03/2008

Neste estudo, a fonoaudióloga Silvia Ferrite desenvolverá o mesmo estudo que realizou para a sua dissertação de mestrado e foi publicada no Occupational Medicine (2005) que foi limitada pelo pequeno número de sujeitos pois se tratava de trabalhadores de uma metalúrgica com dados de toda a base populacional desse estudo. Na Fase III já foram incluídos os instrumentos para a obtenção de dados específicos sobre a audição e os riscos de interesse. Será feito um sub-estudo de validação do uso de medidas auto-relatadas para aferição da acuidade auditiva.

b) Doutorando Júlio César Leal – **“Efeito do trabalho feito por crianças e adolescentes sobre a educação e escolaridade com ênfase na formação da cidadania”** Data da defesa prevista – 31/03/2008 (Faculdade de Educação da UFBA)

Neste estudo, o educador Júlio César Leal desenvolverá um estudo para tentar responder à hipótese de que o trabalho feito por adolescentes e crianças têm um efeito positivo sobre a formação da cidadania, e também sobre aspectos cognitivos como a habilidade para a matemática e a comunicação e expressão (conhecimento de Português). Os dados já foram incluídos nos instrumentos empregados na Fase III e realizada uma sessão de grupo focal com os entrevistadores que trabalharam na coleta de dados. Terá um componente quantitativo epidemiológico e um outro etnográfico.

6. Métodos

Trata-se de um estudo de coorte (longitudinal) prospectivo, com população dinâmica, de base comunitária. Em 2000 foi realizada a Fase I - Basal com financiamento do CNPq. (N^o 521226/98-8), complementado com recursos da Secretaria do Planejamento e Tecnologia do Governo do Estado da Bahia. Na Fase II, foi realizado o 1^o. seguimento da população, conduzido apenas com 2,095 pessoas, parte da população de 5.551 trabalhadores, devido à insuficiência de recursos. Foram priorizados os Sub-projetos “Adolescentes, trabalho e saúde” que objetiva a identificação do trabalho como fator de risco para o desempenho escolar, e problemas

de saúde, como sintomas respiratórios, músculo-esqueléticos, hábito de fumar e consumo de álcool; e o Sub-projeto “Empregadas em Serviços domésticos: perfil de saúde de uma ocupação”. No estudo dos adolescentes entrevistaram-se trabalhadores e não trabalhadores (1.200), empregando-se uma versão ampliada dos instrumentos originais. Para o projeto das empregadas domésticas, todas as identificadas na Fase 1 foram re-entrevistadas, incluindo-se as que haviam sido admitidas nas residências dos patrões, constituindo-se portanto, em uma população dinâmica. Os questionários sobre ocupação foram ampliados e também incluídos módulos para explorar a questão da discriminação no trabalho.

6.1 Amostragem e tamanho da amostra

A amostra do estudo teve um desenho baseado em agregados de superfície para a seleção de residências (Levy and Lemeshow, 1999) localizado na área urbana de Salvador. Falta de registros de endereços completos e modos de fácil localização de residências em áreas pobres foram as mais importantes razões para se utilizar este procedimento. A amostragem de base geográfica facilitou a identificação de residências e possivelmente reduzirá as perdas no seguimento, porque permite a identificação de grupos comunitários e as redes de apoio social e de vizinhança respectivas. Estes poderão dar informações do paradeiro de pessoas que mudaram de endereço, por exemplo. Ademais, este desenho, além de permitir mais rápida coleta de dados por causa da proximidade geográfica das famílias, possibilita um ambiente seguro de trabalho para os entrevistadores de campo, que podem permanecer próximos uns dos outros. E torna viável a "devolução do material produzido" para os sujeitos da pesquisa. Este tem sido o desenho amostral de preferência em vários outros estudos epidemiológicos em Salvador, bem como outras áreas urbanas com grande dimensão de população favelizada no Brasil.

Subáreas foram selecionadas com base no mapa de escala 1:12.500 do total das áreas urbanas. Mapas aerofotográficos (1:2.000) foram obtidos para este estudo. Baseando-se neles foi possível identificar todos os domicílios de cada subárea da amostra. Todos os membros elegíveis das famílias residentes nas áreas foram entrevistados pessoalmente, e se constituem na amostra do estudo. Detalhes da amostragem encontram-se nos artigos já publicados e relatório do estudo. Correção das variâncias das medidas pontuais, para o desenho amostral (conglomerado, aleatório simples), será realizado com o PROC SURVEYMEANS e PROC SURVEYREG do SAS, versão 8.1.

6.2 Fase IV (coleta em 2006)

6.2.1 Etapa preliminar

Serão revistos os instrumentos e a pré-testagem destes, bem como a condução do estudo piloto. Líderes da comunidade e representantes de instituições de saúde e trabalho serão contactados para comunicar os objetivos do estudo, a estratégia e a busca de apoio e participação, particularmente na utilização dos achados para a formulação de políticas e ações referentes à promoção da saúde do trabalhador. Versões preliminares dos instrumentos de pesquisa, como também de manuais e procedimentos para o trabalho de campo serão revisados em uma oficina de trabalho que contou com a participação de pesquisadores locais e das instituições colaboradoras. Após o fechamento dos questionários em suas versões revisadas, serão realizadas avaliações de factibilidade no estudo piloto.

Testagem dos instrumentos objetiva a avaliação, compreensão e aceitação dos respondentes e carga sobre os entrevistados durante a aplicação. O Manual de Procedimentos será desenvolvido. Especificamente, condições de transporte para as áreas do estudo, dificuldades na identificação dos limites das áreas selecionadas, receptividade aos entrevistadores, e sua aceitação para as entrevistas apazadas serão identificadas com o objetivo de verificar se alguma delas se revelará impeditiva para a realização do estudo. Recrutamento e treinamento de pessoal serão realizados imediatamente após a finalização dos instrumentos de pesquisa.

6.2.2 Etapa de coleta de dados

Esta etapa será dedicada à coleta de dados e sua edição, digitação e limpeza. Após a identificação das famílias a serem entrevistadas, em uma primeira visita, um informante chave qualificado será informado dos propósitos da investigação, sobre a confidencialidade das informações coletadas, as instituições envolvidas e nomes dos pesquisadores principais, as informações que serão coletadas, e a possibilidade de outras visitas. Após a concordância, um entrevistador de campo, treinado preencherá a ficha de família além de outros instrumentos requeridos para os indivíduos elegíveis que se encontrem presentes no domicílio. Ausentes serão entrevistados em uma 2^a visita definida em acordo com os horários na residência da pessoa a ser entrevistada. Em estudos prévios, pesquisas baseadas em entrevistas realizadas com esta população, a percentagem de recusas tem sido baixa em torno de 3,0%. Para reduzir a não participação, famílias que se recusarem serão revisitadas por duas vezes pela equipe de coordenação. Prontuários médicos serão pesquisados para cada uma das

peças acidentadas em caso de acidente ocupacional, na unidade de saúde respectiva. Um formulário especial para obter dados padronizados dos prontuários foi elaborado. Um consentimento informado escrito será obtido dos trabalhadores acidentados para facilitar o acesso a estes dados conforme as recomendações relativas ao comportamento ético em pesquisa. A digitação de dados será feita em modo duplicado por dois digitadores para que a comparação das duas bases (PROC COMPARE, SAS 8.1) permita a identificação de eventuais erros que, então serão corrigidos. A digitação do banco de dados será realizada com o *software* EPI-INFO 6.0 (Dean *et al.*, 1995), enquanto a análise estatística e epidemiológica realizada com o SAS 8.1, e o MLWin para análise multi-nível para os estudos específicos que consideram níveis de agregação dos dados como a família, e o bairro, no caso específico do trabalho feito por crianças e adolescentes. Análise de sobrevivência também será empregada para perguntas de investigação relativas a medidas repetidas e condicionais ao tempo de exposição.

6.3 Análise de dados

A terceira etapa será destinada a análise dos dados e a redação de relatórios e artigos para publicação em revistas nacionais e internacionais, preparação teses, dissertações de mestrado e monografia de curso de especialização e graduação além de folders para disseminação dos resultados da pesquisa para o público leigo.

6.3.1 Análise estatística

Será conduzida em três estágios:

1. Análise descritiva: Características demográficas, familiares, sociais e ocupacionais da população do estudo serão descritas através de tabulações simples para variáveis categoriais e apresentação gráfica e distribuição dos parâmetros para variáveis contínuas.
2. Análise tabular simples da incidência de acidentes ocupacionais, determinantes e consequências. A incidência de acidentes ocupacionais será estimada e caracterizada para todos os trabalhadores combinados e para todos os subgrupos definidos pelas variáveis chave de interesse (idade, gênero, etnicidade, intensidade de trabalho, frequência escolar, padrões de sono, depressão e ansiedade). Note-se que embora estes dados tenham sido coletados em um estudo transversal, a natureza aguda e bem definida no tempo torna possível estimar a incidência cumulativa dos acidentes para o ano de referência definido, os últimos doze meses.

3. Associação de acidentes ocupacionais a fatores de risco chaves: Identificar associações entre a ocorrência de acidentes ocupacionais com variáveis demográficas e sociais e com a intensidade do trabalho, frequência escolar, padrões de sono, depressão e ansiedade. Será realizada com análise de regressão logística não condicional e/ou análise de regressão multinível (considerada para se levar em consideração a necessidade de correção devida ao desenho amostral) para estimar o risco relativo de acidentes entre os trabalhadores adolescentes expostos a cada uma das variáveis principais, comparadas aqueles sem exposição. Análise de regressão logística permite um referencial conveniente para estimar a associação entre desfechos binários com múltiplas variáveis preditoras sob a forma de risco relativo, ajustado para covariáveis (Rothman and Greenland, 1998). O método Delta será empregado para estimar 95% intervalos de confiança para estimativas de risco relativo através de parâmetros da regressão logística (Oliveira *et al.*, 1997).
4. A regressão multinível, embora venha sendo empregada mais comumente no contexto de estudos ambientais, caracteriza-se pelo uso simultâneo de variáveis individuais e do tipo "agregado" em uma mesma equação, através de "níveis" de análise definidos. Em estudos com desenho amostral de agregados como o empregado nesse nesta pesquisa, a população do estudo se constitui no somatório dos indivíduos identificados em cada um dos agregados ou subáreas. Estimativas amostrais necessitam ser ajustadas para o efeito do desenho e isto é facilmente obtido introduzindo-se na equação de regressão, o "nível" do agregado amostral.
5. Procedimentos epidemiológicos padronizados serão empregados para avaliar variáveis de confusão, modificação de efeito e ajustamento do modelo (Rothman and Greenland, 1998).

6.7. Aspectos éticos - Pesquisa com seres humanos

Este projeto já foi aprovado pela Comissão de Ética do Hospital Prof Edgard Santos da Universidade Federal da Bahia.

6.7.1 Inclusão por gênero, grupos de idade e raça

Participantes não serão excluídos por gênero ou raça. As exclusões dos desempregados ou outras categorias não formalmente definidas como trabalhadoras, como estudantes e membros da família que relatarem não serem participantes do compartilhamento do trabalho doméstico por um mínimo de oito horas semanais

justifica-se pelo próprio objetivo do estudo e encontra-se detalhado na seção específica.

6.7.2 Sujeitos Humanos

Este projeto foi revisado e aprovado pela Comissão de Ética do Hospital das Clínicas da Universidade Federal da Bahia (Prot. No.49, 01/07/2000), bem como a instituição colaboradora, University of Texas Health Science Center-Houston Committee for the Protection of Human Subjects (HSC-SPH-99-083, September 17, 1999). Os investigadores consideraram nos questionários e treinamento da equipe de entrevistadores, a questão da delicadeza no trato de aspectos sensíveis como o assédio sexual, sintomas psiquiátricos e de etnicidade.

6.7.3 Material de pesquisa a ser obtido

Apenas dados obtidos através de questionários aplicados por entrevistadores contendo informações familiares, sociais, ocupacionais e de saúde.

6.7.4 Recrutamento de pessoas

Já foi assinalado na seção de Métodos, que todos os residentes nos domicílios das áreas amostradas serão selecionados para a pesquisa estratégia empregada com sucesso em outros estudos prévios (Santana *et al.*, 1997; Almeida Filho, 1987). A natureza voluntária da participação e os procedimentos de garantia de confidencialidade dos dados serão descritos para os participantes. Consentimento verbal será obtido pelos entrevistadores. Permissão para acesso aos prontuários médicos, e permissão verbal também serão obtidas, além da informação de outras visitas para o estudo de coorte.

6.7.5 Riscos potenciais

Não existe indicação de que os procedimentos do estudo ofereçam riscos para os seus participantes. Todavia, relato de experiências passadas desagradáveis como um acidente, pode causar algum desconforto psicológico embora possa ampliar a consciência dos perigos nos locais de trabalho. Este desconforto pode ser minimizado pelo reconhecimento de que isto pode ser uma contribuição relevante para a comunidade e contribuição na adoção de medidas de proteção no trabalho. Experiências prévias com a população desta cidade tem indicado grande receptividade a pesquisas dessa natureza.

6.7.6 Procedimentos contra riscos

Nomes individuais dos participantes serão empregados apenas para propósitos de logística da condução do estudo como a localização das pessoas nos seus endereços para administração dos questionários, e revisita no seguimento. Uma vez revisado e processado, nomes serão removidos dos questionários e arquivados separadamente. Um número único identificador será atribuído e utilizado em toda a análise. O código

do estudo será mantido em armários trancados cujas chaves estarão sob a responsabilidade do investigador principal. Identificadores individuais não serão empregados para a digitação, análise e geração de relatórios.

6.8. Vantagens e limitações

Estudos de coorte são comumente muito difíceis de realização devido ao alto custo, grande índice de perdas e outras dificuldades operacionais. Neste estudo, um cuidadoso detalhamento cartográfico das áreas de estudo foi realizado na etapa inicial por entrevistadores e supervisores de área, com croquis específicos mostrando cada uma das residências e respectivos endereços. Com isso, foi possível reduzir a fração de perdas a um valor menor do que a recusa esperada, de 8,0%, embora as perdas registradas tenham se concentrado em poucas áreas, o que levou à quase perda total de uma das áreas. Isso será devidamente corrigido ao se realizarem os ajustes para o desenho amostral. A principal vantagem deste estudo é o seu caráter longitudinal especialmente por se tratar de cinco pontos de re-visita, de uma população geral de trabalhadores. O estudo de adolescentes, em especial, irá permitir a verificação, prospectivamente, dos possíveis efeitos deletérios sobre o desempenho escolar e a saúde desses trabalhadores, desde que foi incluída uma amostra de estudantes não trabalhadores para comparação. Não temos conhecimento de nenhum estudo sobre esta temática conduzido em nosso país, com adolescentes e mulheres trabalhadoras, neste caso com enfoque em empregadas em serviços domésticos, que representam cerca de 1/5 da população feminina trabalhadora em nosso país mas raramente focalizada em pesquisas sobre a saúde do trabalhador.

7. Resultados esperados

Políticas de proteção e promoção da saúde dos trabalhadores poderão ser repensadas e redirecionadas a partir dos dados produzidos. Em especial, programas para categorias de trabalhadores como as empregadas domésticas, trabalhadores da construção civil, adolescentes e crianças, dentre outros. Uma articulação com o SINDOMEST e a FENATRAD foi desenvolvida e pretende-se incluir uma ação programática no âmbito das ações da Secretaria Municipal de Saúde do Salvador, para a proteção à saúde das empregadas domésticas. Encontra-se também em desenvolvimento um trabalho junto à COSAT e essa mesma Secretaria para um programa de prevenção do trabalho infantil e do adolescente perigoso/inaceitável, desde que Salvador é município sentinela, para a implantação das Diretrizes de Atenção pelo SUS desses trabalhadores.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida Filho, N. Migration and mental health in Bahia, Brazil. Madrid: Confederación de Cajas de Ahorros, No. 936, Publ. no. 51, 1987.
- Barata RB, Ribeiro MSCA, Moraes JC. Acidentes de trabalho referidos por trabalhadores moradores da Região Metropolitana de São Paulo em 1994. Pesquisa "Condições de vida". SEADE. Trabalho apresentado no IV Congresso Brasileiro de Epidemiologia. Rio de Janeiro, agosto, 1998. 62pp (Mimeo).
- Barros RP, Mendonça R. Os determinantes da desigualdade no Brasil. In: Barros RP, Mendonça R A economia brasileira em perspectiva. Rio de Janeiro: IPEA, 1996. p.421-473.
- Bruschini C. Gênero e trabalho no Brasil: novas conquistas ou persistência da discriminação? In: MIB R, ed. rabalho e gênero - mudanças, permanências e desafios. São Paulo: Editora 34; 2000.
- Burdof A, Sorok GS, Herrick RF, Courtney TK. Advancing epidemiology studies of occupational injury –approaches and future directions. Amer J Ind Med 1997; 32 :180-183.
- Cacciamali MC. Notas sobre o processo de informalização no mercado de trabalho no contexto da globalização. Trabalho apresentado no Seminário do IPEA "O trabalho informal revisitado: novas evidências e perspectivas para políticas públicas", julho de 1997, Brasília, DF, Brasil.(Mimeo).
- Castillo DN, Landen DD, Layne LA. Occupational injury deaths of 16- and 17-year olds in the United States. Am J Public Health 84:646-649, 1994.
- Dean AG, Dean JA, Coulombier D, Brendel KA, Smith DC, Burton AH, Dicker RC, Sullivan K, Fagan RF, Arner TG. Epi Info, Version 6: A Word-Processing, Database, and Statistics Program for Public Health on IBM-compatible Microcomputers. Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, Georgia, U.S.A., 1995.
- Dupuis JP Anthropologie, culture et organisation: vers un modèle constructiviste. In: Chanlat, JF (org.). L'individu dans l'organisation: les dimensions oubliées. Québec: Presses de L'Université Laval, 1990.
- Facchini LA, Dall'Ágnol MM, Fassa AG. Trabalho e saúde infantil – projeto de investigação. Departamento de Medicina Social, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Pelotas. 1998. 19pp (mimeo).
- Fagundes TLQ. Trabajo, estrategias de supervivencia y la salud de los niños y las ninas en los países en las regiones de las Americas. Research report for PAHO.Washington DC 1994. 190pp.
- Fassa ACG, Facchini LA, Dall'agnol MM & Christiani DC. Child Labor and Health: Problems and Perspectives. International Journal of Occupational and Environmental Health. 6(1): 63-67. Jan/Mar 2000.
- Fernandes CM & Mendonça LK O trabalho da criança e do adolescente na RMS. Bahia Análise & Dados, 8:73-88, 1999.
- Foley MP Flexible work, hazardous work: the impact of temporary work arrangements on occupational safety and health in Washington State, 1991-1996. Research Human Capital & Development 1998 (Fall).
- Folkman S, Lazarus RS. An analysis of coping in a middle-aged community sample. J Health Social Behav 1980; 21:219-239.
- François, M & Lievin D Emplois precaires et accidentabilité: enquête statistique dans 85 entreprises. Institut National de Recherche et de Sécurité. Paris, 1995. Foley MP Flexible work, hazardous work: the impact of temporary work arrangements on occupational safety and health in Washington State, 1991-1996. Research Human Capital & Development 1998 (Fall).
- Geertz S. A interpretação das culturas. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1989.
- Geertz S. Savoir local, savoir global: les liex du savoir. Paris: PUF, 1986.
- Henry CS, Plunkett SW. Validation of the Adolescent Family Life Satisfaction Index: an update. Psych Rep 1995; 76:672-674.
- GRAITCER, P.L., & LERER L.B. 1998 Child labor and Health: quantifying the global health impacts of child labor. pp. 32. Washington: The World Bank.
- IBGE. Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios, PNAD - Síntese de Indicadores, 1998. Rio de Janeiro: Departamento de Emprego e Rendimento; 1999.
- Larsson TJ. Decision making in relation to occupational health and safety among small business. Annals of the IV World Conference on Injuries, Germany, 1998 pp907.
- Levy PS and Lemeshow S. Sampling of populations. Methods and applications. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- Ministério do Trabalho e Emprego. Trabalho Infantil no Brasil. Brasília, 1999. < http://www.mtb. gov.br/>.

- Mittleman MA, Maldonado G, Gerberich SG, Smith G, Sorock GS. Alternative approaches to analytical designs in Occupational Injury Epidemiology. *Amer J Ind med* 1997; 32 :129-141.
- Moraes MC, Barata RC. Pesquisa sobre condições de vida - componente acidentes de trabalho e doenças profissionais. S. Paulo, SP: SEADE; 1998.
- Mota AB. Emprego doméstico: revendo o novo. *Cadernos CRH*. 1992;Jan/Jun(16):31-50.
- Mota AB. Visão de mundo da empregada doméstica - um estudo de caso. Departamento de Ciências Sociais. Salvador: UFBA; 1977.
- Nagaraja K Status safety and health in small scale industries in Karnataka-India *Annals of the IV World Conference on Injuries, Germany, 1998 pp1013*.
- Oliveira RC. Identidade, etnia e estrutura social. São Paulo: Ed. Pioneira, 1976.
- Oliveira, N.F.; Santana, V.S.; Lopes, AA. Razão de Proporções e Intervalos de Confiança pelo Método Delta através de parâmetros da regressão logística. *Revista de Saúde Pública* 1997 31:90-99.
- Ortiz IP, Joffre RL. Así es pues - trabajadoras domesticas de Cuernavaca. Mexico: Colectivo Atabal; 1991.
- Pearlin LI, Schooler C. The structure of coping. *J Health Social Behav* 1978; 19:2-21.
- Pinto MI Sintomas neuróticos e condições de trabalho – um estudo de caso-controle Tese de Mestrado [Departamento de Medicina Preventiva, Universidade Federal da Bahia] 1990, 104pp.
- Pollack SH, Rubenstein HL, Landrigan PJ. Child labor. In Last JM, Wallace RB (eds) *Maxcy-Rosenau-Last public health & preventive medicine*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 13th Ed., 1992.
- Rosenbaum M. A Schedule for assessing self-control behaviors: preliminary findings. *Behav Therapy* 1980; 11:109-121.
- Rosenberg M. Society and the adolescent self-image. Princeton, NY: Princeton University Press, 1965.
- Rothman KJ, Greenland S. *Modern Epidemiology*. Second Edition. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1998.
- RUNYAN, C.W. & ZAKOCS R.C. 2000 Epidemiology and prevention of injuries among adolescent workers in the United States. *Annual Review of Public Health* 21:247-69.
- Santana V. Gestão, integração e disseminação de informações estatísticas: Anais do Seminário Nacional Estatísticas sobre Doenças e Acidentes de Trabalho no Brasil: situação e perspectivas, S. Paulo, FUNDACENTRO, Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em URL www.fundacentro.gov.br/eventos/anais. [2000 Nov 6-8]
- Santana VS, Loomis D, Newman B, Harlow S. Informal jobs: another occupational hazard for women's mental health?. *Int. J. of Epidemiol.* 1997; 26:1236-1242.
- Santana, V., & Almeida Filho N., 1994 Emprego doméstico e sofrimento mental. *Saúde Mental em Revista* 2:9-28
- Santana VS, Cunha APM, Oliveira, C, Luz, G Acidentes de trabalho não fatais: uma análise de gênero e tipo de contrato de trabalho. *Cadernos de Saúde Pública*, 2003; 19:109-118.
- Santana VS, Itaparica, MS, Amorim AM, Araújo-Filho JB, Araújo G, Oliveira M, Cooper S. Acidentes de trabalho não fatais em adolescentes. *Cadernos de Saúde Pública*, 2002; 18:109-118.
- Santana VS, Amorim AM, Oliveira R, Xavier S, Belitardo L, Iriart J. Empregadas em serviços domésticos e acidentes de trabalho não fatais. *Revista de Saúde Pública*, 2003; 37:65-74.
- Seppala Safety culture and safety management in small and medium enterprises. *Annals of the IV World Conference on Injuries, Germany, 1998 pp1029*.
- Spitzer RL, Kroenke K, Williams JBW and the Patient Health Questionnaire Primary Care Study Group. Validation and utility of a self-report version of PRIME-MD - The PHQ primary care study. *JAMA*, 1999; 282:1737-1744.
- The National Committee for Injury Prevention and Control. *Injury prevention: meeting the challenge*. New York: Oxford University Press, 1989.
- Tsega AY. A community-based study of injury in Northwest Ethiopia. *Annals of the IV World Conference on Injuries, Germany, 1998 pp1015*.
- U.S. Department of Labor. *By the sweat & toll of children. Volume V: efforts to eliminate child labor*. Washington, D.C.: U.S. Department of Labor, 1998.
- Wanjman S, Perpétuo IHO. A redução do emprego formal e a participação feminina no mercado brasileiro. *Nova Economia*, 1997; 7:123-147.
- Wunsch-Filho V. Reestruturação produtiva e acidentes de trabalho no Brasil. *Trabalho em elaboração*.1998.(mimeo)
- Zimet C, Dahlem N, Zimet S, Farley G. The Multidimensional Scale of Perceived Social Support. *J Personality Assess* 1988; 5

ANEXO 2

Questionário de Saúde Auditiva

Questionário de Saúde Auditiva – Q.S.A.

(“Bloco 4 - AUDIÇÃO As perguntas agora são sobre a sua audição...”)

1. “Você sente que você tem uma perda auditiva?” (diminuição na audição)
 0. Não *Pule para Questão 4*
 1. Sim
 9. Não sabe *Pule para Questão 4*

 2. Com que idade começou esse problema? | ___ | ___ | anos

 3. Esse problema apareceu repentinamente, um dia ouvia bem e no dia seguinte não?
 0. Não
 1. Sim
 9. Não sabe

 4. “Em geral, você diria que sua audição é...”
 0. Excelente
 1. Muito boa
 2. Boa
 3. Regular
 4. Ruim

 5. Atualmente, você acha que...
 0. Ouve da mesma forma que ouvia antes
 1. Apenas o ouvido DIREITO ouve MENOS do que antes
 2. Apenas o ouvido ESQUERDO ouve MENOS do que antes
 3. Os dois ouvidos ouvem MENOS do que ouviam antes
 9. Não sabe

 6. “Se uma pessoa **sentada do seu lado DIREITO**, fala com você, num lugar silencioso, você compreende o que falaram...”
 0. Sem dificuldades
 1. Com pequena dificuldade
 2. Com média dificuldade
 3. Com grande dificuldade
 4. Não compreende

 7. “Se uma pessoa **sentada do seu lado ESQUERDO**, fala com você, num lugar silencioso, você compreende o que falaram...”
 0. Sem dificuldades
 1. Com pequena dificuldade
 2. Com média dificuldade
 3. Com grande dificuldade
 4. Não compreende

 8. Já saiu secreção amarela (pus) do seu ouvido por mais de 20 dias?
 0. Não
 1. Sim

 9. Já fez alguma cirurgia no ouvido?
 0. Não
 1. Sim

 10. Já fez uma consulta médica por causa do seu ouvido?
 0. Não ... *Pule para Questão 13*
 1. Sim

 11. O médico disse que o tímpano estava “furado”?
 0. Não
 1. Sim
 12. O médico disse que você precisava fazer uma cirurgia no ouvido?
 0. Não
 1. Sim
-
13. Nos últimos 12 meses, você sentiu algum zumbido, como uma zoada de apito ou chiado, nos ouvidos ou na cabeça?
 0. Não *Pule para Questão 22*

- 1. Sim
- 9. Não sabe **Pule para Questão 22**

14. Com que idade começou a sentir esse zumbido? |__| |__| anos

15. “Nos últimos 12 meses, você sentiu algum zumbido, como uma zoadada de apito ou chiado, nos ouvidos ou na cabeça, que tenha durado 5 minutos ou mais?”

- 0. Não ... **Pule para Questão 22**
- 1. Sim
- 9. Não sabe ... **Pule para Questão 22**

16. Você diria que esse zumbido se parece mais com...

- 0. Um som grosso* 1. Um som fino*
- 9. Não sabe

17. Você diria que SENTE esse zumbido...

- 0. Raramente 1. Uma vez na semana 2. Uma / algumas vezes ao dia 3. Quase o tempo todo 4. O tempo todo

18. Quanto esse zumbido incomoda você?

- 0. Não incomoda 1. Pouco 2. Médio 3. Muito

19. Ouvir esse zumbido faz você se sentir “para baixo”?

- 0. Nunca 1. Raramente 2. Algumas vezes
- 3. Frequentemente 4. Quase sempre

20. Quando você tenta dormir, o zumbido “aparece”?

- 0. Nunca 1. Raramente 2. Algumas vezes
- 3. Frequentemente 4. Quase sempre 5. Sempre

21. Ao sair de um lugar barulhento, o zumbido “aparece” ou fica mais forte?

- 0. Não 1. Sim 9. Não sabe

22. “Você já trabalhou em algum ambiente com muito barulho onde seria preciso gritar para que um colega a um metro de distância pudesse ouvir?”

- 0. Não ... **Pule para Questão 29**
- 1. Sim
- 9. Não sabe ... **Pule para Questão 29**
- 88. Não se aplica... **Pule para Questão 29**

23. Com que idade começou a trabalhar em ambiente com barulho? |__| |__| anos

24. Em sua vida, trabalhar exposto a barulho acontecia/acontece geralmente...

- 0. Só alguns dias no ano 1. Poucos meses no ano
- 2. Quase o ano todo 3. O ano todo

25. Quantas horas no dia, em média, ficava/fica exposto a esse tipo de barulho?

|__| |__| horas

26. Em sua vida, por quanto tempo você trabalhou em ambientes assim?

|__| |__| anos |__| |__| meses

27. Considerando todo o período pelo qual trabalhou em ambiente com barulho, você diria que usou o protetor auditivo...

0. Sempre 1. Quase sempre 2. Mais da metade desse período
3. Menos da metade desse período 4. Raramente 5. Nunca

28. Nos últimos 12 meses, você trabalhou em ambiente com esse tipo de barulho?

0. Não 1. Sim

29. Você costuma/costumava ficar próximo a caixas de som com volume muito alto, por 1 hora ou mais, em clubes, shows, festas, carnaval ou cultos religiosos?

0. Nunca 1. Raramente 2. Algumas vezes
3. Frequentemente 4. Sempre

30. Você costuma/costumava usar fone de ouvido com volume tão alto que as pessoas próximas conseguem/conseguiram escutar?

0. Nunca 1. Raramente 2. Algumas vezes
3. Frequentemente 4. Sempre

31. Você já atirou com arma de fogo sem proteção no ouvido?

0. Não 0. Uma vez 1. Algumas vezes 2. Muitas vezes

32. Já aconteceu de alguma bomba estourar perto do seu ouvido com um som muito forte?

0. Não 0. Uma vez 1. Algumas vezes 2. Muitas vezes

33. Costuma/costumava ter contato com solventes FORA do trabalho? (ex: removedor de tinta, tinner, varsol, querosene, gasolina)

0. Nunca 1. Raramente 2. Algumas vezes
3. Frequentemente 4. Sempre

34. Você já teve contato com solventes na sua vida de trabalho? (comuns em gráficas, pinturas em geral, posto de gasolina e em algumas indústrias)

0. Nunca ... **Pule para Questão 37**
1. Raramente ... **Pule para Questão 37**
2. Algumas vezes
3. Frequentemente
4. Sempre
9. Não sabe ... **Pule para a Questão 37**
88. Não se aplica... **Pule para a Questão 37**

35. Com que idade começou a trabalhar em contato com solventes? | ___ | ___ | anos

36. Em sua vida, por quanto tempo trabalhou em contato com solventes?

| ___ | ___ | anos | ___ | ___ | meses

37. Na sua família (irmãos, pais ou filhos), alguém tem dificuldade para ouvir?

0. Não 1. Apenas idosos (+ de 65 anos) 2. Sim 9. Não sabe

38. Você já fez um exame chamado audiometria?

0. Não ... **Pule para o Bloco 5**
1. Sim, uma vez ... **Pule para a Questão 40**
2. Sim, mais que uma vez
9. Não sabe ... **Pule para o Bloco 5**

39. Pelo que você sabe, o resultado da última audiometria mostrou...

0. Audição normal 1. Algum problema auditivo 9. Não sabe

40. Pelo que você sabe, o resultado da sua primeira audiometria mostrou...

0. Audição normal 1. Algum problema auditivo 9. Não sabe

ANEXO 3

Projeto da Tese

Universidade Federal da Bahia
Instituto de Saúde Coletiva
Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva
Doutorado em Saúde Pública

Silvia Ferrite Guimarães

**EPIDEMIOLOGIA DA PERDA AUDITIVA EM ADULTOS
TRABALHADORES**

SALVADOR
Março 2007

Silvia Ferrite Guimarães

EPIDEMIOLOGIA DA PERDA AUDITIVA EM ADULTOS TRABALHADORES

Projeto de Tese apresentado para
submissão ao Exame de Qualificação
do Doutorado em Saúde Pública, no
Programa de Pós-Graduação em
Saúde Coletiva do Instituto de Saúde
Coletiva, Universidade Federal da
Bahia.

Orientador: Vilma Sousa Santana

SALVADOR
Março 2007

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	01
INTRODUÇÃO	02
REVISÃO DA LITERATURA	
Validação da perda auditiva auto-referida	05
Epidemiologia da perda auditiva em adultos	07
Ruído ocupacional, hábito de fumar e perda auditiva	09
QUADRO TEÓRICO	
Perda auditiva ocupacional	13
Interação	15
Modelo teórico (1)	21
Modelo teórico (2)	22
Hipótese teórica	23
OBJETIVOS	
Estudo 1	24
Estudo 2	24
Estudo 3	25
RESULTADOS PRELIMINARES.....	26
MÉTODOS	
Geral	28
Estudo 1	29
Estudo 2	34
Estudo 3	36
ASPECTOS ÉTICOS	39
REFERÊNCIAS	42
APÊNDICES	
1. Cronograma	48
2. Convite para a audiometria	49
3. Questionário de Saúde Auditiva (QSA)	50
4. Formulário de exame	54
5. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Estudo 1)	55
ANEXOS	
1. Projeto do Estudo Mãe – coorte prospectiva.	
2. Ferrite, S. Modelos aditivo e multiplicativo & Interação biológica. [texto didático] Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, ISC, UFBA, 2006.	
3. Ferrite S, Santana VS. Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. <i>Occup Med (Lond)</i> 2005;55:48-53.	

APRESENTAÇÃO

Este projeto é parte integrante de um estudo longitudinal em andamento, sob coordenação da Profa. Vilma Sousa Santana, responsável pelo Programa Integrado de Saúde Ambiental e do Trabalhador (PISAT) do Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal da Bahia (Projeto original – Anexo 1).

Diversos estudos compõem o Projeto, dentre eles, esta proposta que tem como tema a saúde auditiva, em especial a audição do trabalhador. São previstos como produto final do Doutorado em Saúde Pública, Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, ISC/UFBA:

Estudo 1 - “Validação da perda auditiva auto-referida em adultos”

- estudo de acurácia

Estudo 2- “Epidemiologia de perda auditiva em uma população de adultos trabalhadores no Brasil”

- estudo de prevalência

Estudo 3 - “Efeito combinado de ruído ocupacional e hábito de fumar para a perda auditiva – um estudo de base populacional”

- estudo de análise confirmatória

O texto a seguir apresenta seções comuns e específicas dos três subprojetos, considerando que determinados tópicos são peculiares a cada um deles.

INTRODUÇÃO

A perda auditiva se expressa pela redução da acuidade auditiva, o que acarreta ao portador restrições à percepção de informações sonoras, em diferentes graus, na dependência da severidade do problema, com prejuízos que se refletem nos âmbitos familiar, social, psicológico, ocupacional, entre outros. A Organização Mundial da Saúde reconhece a perda auditiva como uma doença negligenciada, principalmente nos países em desenvolvimento e apresenta estimativas crescentes para a perda auditiva incapacitante, alcançando, em 2001, 250 milhões de pessoas globalmente (WHO, 2001). O envelhecimento da população e o crescente processo de industrialização contribuem para a evolução dessa estimativa (WHO, 2001). A redução da audição relacionada à idade ou à exposição a níveis elevados de ruído, principais determinantes da perda auditiva adquirida, tem caráter irreversível (Clark; Bohne, 1999). Assim, o aumento da expectativa de vida alerta para uma proporção importante da população que deverá conviver, por longo período, com os efeitos adversos de uma perda auditiva.

Ações de promoção de saúde e de prevenção das alterações auditivas poderão reduzir o número de casos e/ou evitar a evolução do problema para um quadro de maior severidade. O ruído, por exemplo, é o fator de risco com o maior potencial de prevenção dentre as causas de perda auditiva (Nelson et al, 2005) e, associadas ao envelhecimento, existem outras causas passíveis de prevenção (Gates et al, 1993; Cruickshanks et al, 1998; Itoh et al, 2001; Ferrite; Santana, 2005). No entanto, para um adequado planejamento, em todos os níveis de ação, são necessários dados sobre a distribuição da doença na população. No Brasil, não há estimativas populacionais relativas à perda auditiva em adultos.

Os estudos epidemiológicos de base populacional são férteis campos de investigação em diversas áreas do conhecimento em virtude do tamanho amostral e da factibilidade do acompanhamento de coortes. O campo da audiologia, porém, apresenta uma especificidade que dificulta a avaliação de grandes grupos populacionais: o exame padrão-ouro para definição de caso de perda auditiva, a audiometria, é um procedimento minucioso que requer profissional habilitado,

equipamento sofisticado e ambiente acusticamente tratado. Assim, a necessidade de realizar a avaliação audiométrica em larga escala envolve custo, tempo e dificuldades operacionais que restringem o tamanho das populações em estudo (Sindhusake et al, 2001).

Uma alternativa é a utilização de um instrumento de detecção de caso, baseado em perguntas. Por ser imperfeito, é preciso estimar o grau de acurácia do diagnóstico formulado a partir de perguntas em comparação com o resultado da audiometria. Instrumentos compostos por uma única questão, genérica, apresentaram performance satisfatória em estudos de validade da perda auditiva auto-referida nos EUA e na Austrália (Gates et al, 1990; Clark K et al, 1991; Nondahl et al, 1998; Sindhusake et al, 2001; Gates et al, 2003). A condução de estudo semelhante em nosso país incentivará o desenvolvimento de inquéritos epidemiológicos que gerem estimativas populacionais da perda auditiva (Valete-Rosalino; Rozenfeld, 2005) e, da mesma forma, favorecerá a ampliação do conhecimento acerca dos fatores associados ao problema. Desta forma, um instrumento que possa garantir agilidade e baixo custo, com confiabilidade, a projetos com grandes tamanhos amostrais, beneficiará a comunidade científica com usos em favor da saúde da população brasileira.

Assim como o ruído ocupacional, o hábito de fumar se constitui em exposição com ampla disseminação no mundo. Os consumidores de cigarros são aproximadamente 1,2 bilhões de pessoas (Shafey et al, 2003). O hábito de fumar modifica o suprimento sanguíneo da cóclea, o órgão sensorial da audição, por meio das alterações vasculares periféricas, como o aumento da viscosidade do sangue (Lowe et al, 1980) e a redução do aporte de oxigênio. Estes efeitos foram identificados na etiologia de lesões cocleares em experimentos com animais (Maffei; Miani, 1962) e com humanos (Browning et al, 1986).

Lesões cocleares são irreversíveis e manifestam-se clinicamente pela redução da acuidade auditiva. A associação entre o hábito de fumar e a perda auditiva tem sido relatada por investigações recentes (Sharabi et al, 2002; Itoh et al, 2001; Nakanishi et al, 2000; Noorhassim; Rampal, 1998), mas com resultados divergentes entre estudos de base populacional (Cruickshanks et al, 1998; Palmer et al, 2004; Gates

et al, 1993; Karlsmose et al, 2000). Em um estudo de metanálise (Nomura et al, 2005) foram analisados resultados de investigações conduzidas entre 1966 e 2003, obtendo-se evidências sugestivas de associação positiva entre o hábito de fumar e a perda auditiva.

O ruído, considerado como a exposição ocupacional mais comum, atinge aproximadamente 600 milhões de trabalhadores no mundo (Alberti, 1998). A exposição prolongada ao ruído intenso é determinante da perda auditiva (Clark; Bohne, 1999). A alteração auditiva decorrente da exposição crônica a níveis elevados de pressão sonora pode ocorrer por lesão direta das células sensoriais ou por mudanças metabólicas, estas, mediadas pela hipóxia causada por vasoconstricção capilar (Hawkins, 1971).

Desta forma, fumo e ruído agem na redução do aporte sangüíneo coclear, fundamentando a hipótese de interação na determinação da perda auditiva. Ademais, a ototoxicidade do monóxido de carbono, e de outras substâncias constituintes da fumaça do cigarro, pode também integrar esta ação (Ferrite; Santana, 2005).

Os efeitos combinados de hábito de fumar e exposição ao ruído para a perda auditiva ainda não estão esclarecidos, pois raros foram os estudos que focalizam associações causais, e os resultados divergem, principalmente, em relação à magnitude do efeito (Dengerink et al, 1992; Mizoue et al, 2003; Palmer et al, 2004; Ferrite; Santana, 2005).

Considerando a dimensão do contingente populacional adepto ao consumo de cigarros e/ou exposto ao ruído ocupacional e os prejuízos gerados pelo desenvolvimento de uma perda auditiva, torna-se importante o conhecimento destas relações visto que os fatores em estudo podem ser abolidos ou minimizados.

REVISÃO DA LITERATURA

Validação da perda auditiva auto-referida

No mundo, poucos estudos com amostras representativas da população utilizam a audiometria como método de avaliação auditiva (Valete-Rosalino; Rozenfeld, 2005). Questões genéricas têm sido utilizadas em estudos epidemiológicos sobre a perda auditiva, considerando-se as vantagens dos inquéritos populacionais e as dificuldades operacionais para a realização da audiometria em larga escala. Neste sentido, foram conduzidos estudos de base populacional acerca da acurácia de questões genéricas, únicas, na identificação de casos de perda auditiva (Gates et al, 1990; Clark et al, 1991; Nondahl et al, 1998; Sindhusake et al, 2001; Gates et al, 2003).

Entre eles, o número amostral variou de 267 a 3556 indivíduos, de ambos sexos, com o mínimo de 40 e máximo de 100 anos de idade. As populações estudadas foram, em geral, prioritariamente constituídas por aqueles com 60 anos ou mais. As perguntas únicas, genéricas, utilizadas como teste, foram semelhantes entre alguns estudos (Quadro 1).

Quadro 1. Questões genéricas utilizadas nos estudos de base populacional para análise da acurácia da perda auditiva auto-referida.

Autor, ano	Pergunta
Gates et al, 1990	<i>"Do you have a hearing problem now?"</i>
Clark et al, 1991	<i>"Would you say that you have any difficult hearing?"</i>
Nondahl et al, 1998	<i>"Do you feel you have a hearing loss?"</i> <i>"In general, would you say your hearing is (1) excellent, (2) very good, (3) good, (4) fair, (5) poor"</i>
Sindhusake et al, 2001	<i>"Do you feel you have a hearing loss?"</i>
Gates et al, 2003	<i>"Do you have a hearing problem now?"</i>

Tradicionalmente, o exame audiométrico, considerado o padrão-ouro, tem seus resultados apresentados por orelha, indicando a menor intensidade (limiar auditivo), em decibéis (dBNA), que o indivíduo for capaz de identificar para 8 estímulos de diferentes frequências, em quilo-Hertz (0,25, 0,5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 kHz). Clinicamente, de acordo com o padrão de normalidade é esperado que todos os limiares auditivos situem-se entre (-)10 e 25 dBNA. Entre as investigações, foram observadas diferenças na definição da perda auditiva. Os critérios divergiram em três pontos, baseados na consideração: da pior/melhor/uma/ambas orelhas, de médias tonais ou de limiares isolados, da intensidade utilizada como ponto de corte (Quadro 2). Alguns autores optaram pela análise de dois ou mais critérios, geralmente relacionados à severidade da perda auditiva.

Quadro 2. Critérios para a definição de perda auditiva utilizados nos estudos de base populacional que investigaram a acurácia da perda auditiva auto-referida.

Autor, ano	Limiares auditivos considerados	Ponto de Corte	Orelha
Gates et al, 1990	Média dos limiares 0,5, 1, 2 kHz	> 25 dBNA	Melhor
	Média dos limiares 0,5, 1, 2, 3 kHz	> 25 dBNA	Melhor
Clark et al, 1991	Média dos limiares 1, 2 kHz	≥ 25 dBNA	Melhor / Pior
	Média dos limiares 1, 2, 3, 4 kHz	≥ 25 dBNA	Melhor / Pior
	Média dos limiares 1, 2 kHz	≥ 40 dBNA	Melhor / Pior
	Média dos limiares 1, 2, 3, 4 kHz	≥ 40 dBNA	Melhor / Pior
Nondahl et al, 1998	Média dos limiares 0,5, 1, 2, 4 kHz	> 25 dBNA	Pior
Sindhusak e et al, 2001	Média dos limiares 0,5, 1, 2, 4 kHz	> 25 dBNA	Melhor
	Média dos limiares 0,5, 1, 2, 4 kHz	> 40 dBNA	Melhor
	Média dos limiares 0,5, 1, 2, 4 kHz	> 60 dBNA	Melhor
Gates et al, 2003	Limiares isolados de 1 ou 2 kHz	≥ 40 dBNA	Em ambas
	Limiares isolados de 1 e 2 kHz	≥ 40 dBNA	Em uma

A comparação entre os valores obtidos para a sensibilidade (43 a 100%), especificidade (50 a 86,9%), valor preditivo positivo (5 a 86%) e valor preditivo negativo (43 a 100%) é dificultada pelas diferenças entre os critérios de definição da perda auditiva. Em geral, houve aumento da sensibilidade com a elevação da

intensidade do ponto de corte e, aparentemente, com a inclusão de frequências altas (3 e/ou 4 kHz). Observa-se menor discrepância entre valores de sensibilidade e especificidade quando utilizado o ponto de corte mais baixo (25dBNA). A utilização da pior orelha, a consideração do limiar de 4kHz e a escolha pelo ponto de corte de 25dBNA aumentam a prevalência da perda auditiva (Valete-Rosalino; Rozenfeld, 2005).

No Brasil, foi conduzido um estudo que investigou sensibilidade, especificidade e valor preditivo da queixa auditiva em uma população ambulatorial (Marini et al, 2005). Foram utilizados dados secundários cujas fontes foram os exames audiométricos e respectivas informações registradas na anamnese de indivíduos atendidos em uma clínica de audiologia. As queixas auditivas registradas, obtidas independentemente de pergunta padronizada, foram consideradas como o teste a ser avaliado e, como padrão-ouro, o resultado da audiometria. Foram verificados sensibilidade de 80,9%, especificidade de 69,7%, valor preditivo positivo, 86,5%, e valor preditivo negativo de 60,4%.

Valete-Rosalino e Rozenfeld (2005) recomendaram a realização de um estudo de validação de uma pergunta única, genérica, em comparação com a audiometria, o que permitiria a sua utilização como ferramenta útil em estudos epidemiológicos brasileiros.

Epidemiologia da perda auditiva em adultos

A Organização Mundial da Saúde apresenta estimativas crescentes para a perda auditiva incapacitante, alcançando, em 2001, 250 milhões de pessoas em todo o mundo, e ratifica que o envelhecimento da população e o crescente processo de industrialização contribuem para a evolução dessa estimativa (WHO, 2001).

Em um estudo conduzido em cidades da Grã-Bretanha (Davis, 1989), foi estimada em 16,1% a prevalência de perda auditiva bilateral em adultos (17-80 anos de idade; N=2662), utilizando-se como critério para a doença a média dos limiares de 0,5, 1, 2, 4 kHz \geq 25dBNA. Ao considerar alterações uni ou bilaterais, a estimativa alcançou

26,1%. Davis também apresentou os resultados considerando o critério de definição de perda auditiva aplicado à melhor e à pior orelha e, adicionalmente, pelos grupos etários. Considerando a pior orelha, a prevalência de perda auditiva nos grupos etários correspondeu a 5,6%, 10,4%, 20,0%, 33,9%, 51,2% e 71,6%, respectivamente para aqueles entre 17-30, 31-40, 41-50, 51-60, 61-70 e 71-80 anos de idade. A estimativa para a população de 17-50 anos foi de 10,6%.

Estudo semelhante foi conduzido na Austrália (Wilson et al, 1999), obtendo-se prevalência geral de 22,2% (15 -71+ anos de idade; N=926), discretamente menor do que a verificada por Davis (26,1%). Enquanto na Austrália os adultos mais jovens apresentaram menor prevalência do problema – 5,2% (15-50 anos) e 28,3% (51-60 anos) – comparando-se às estimativas da Grã-Bretanha, os mais velhos geraram estimativas maiores – 58,7% (61-70 anos) e 73,5% (71+ anos).

Em ambos estudos, a idade, o sexo masculino e o tempo de exposição ao ruído em ambiente ocupacional foram identificados em associação com a perda auditiva. O estudo australiano investigou também o nível sócio-econômico, não sendo verificada associação.

Recentemente, investigação similar foi desenvolvida na Suécia (Johansson; Arlinger, 2003), com população entre 20 e 80 anos de idade (N=590). Os resultados são aproximados aos verificados na Grã-Bretanha e na Austrália. A prevalência da perda auditiva bilateral foi estimada em 16,9%, uni ou bilateral, 26,4%. Para os grupos etários, foram estimadas prevalências de 7,8% (20-50 anos), 22,6% (50-60 anos), 61,3% (60-70 anos) e 86,0% (70-80 anos). Não foi identificada diferença estatisticamente significativa relacionada ao sexo, no entanto, este estudo teve como critério de exclusão a história de exposição a ruído ocupacional.

Considerando a perda auditiva uma doença negligenciada, principalmente nos países em desenvolvimento (WHO, 2001), é possível que as estimativas brasileiras indiquem maior proporção de casos na população comparando-se aos estudos descritos.

Hábito de fumar, ruído ocupacional e perda auditiva

Audição e ruído ocupacional

As causas mais comuns da perda auditiva sensorineural progressiva são a exposição a ruído e o envelhecimento (Boettcher et al, 1995). Entre outros fatores de risco estão a exposição a vibrações e a determinados solventes, metais ou asfixiantes, além do uso de drogas ototóxicas (Morata; Lemasters, 1995). Perdas auditivas por diferentes causas são aditivas e interações podem ocorrer entre exposição a ruído e outros fatores, a exemplo do tolueno, identificado em interação sinérgica com o ruído para a redução da audição (Morata; Lemasters, 1995). Outros fatores relacionados a possíveis modificações da vulnerabilidade ao ruído têm sido objeto de estudos, cujos resultados (Phaneuf; Hetu, 1990; Henderson, 1993; Ward, 1995), no entanto, demonstram evidências ainda insuficientes ou divergentes, como os que investigaram o efeito protetor da melanina (definida pela cor dos olhos ou pela raça) e fatores de risco como hipertensão, sexo masculino, perda auditiva sensorineural pré-existente, deficiência de vitamina C, B₁, B₁₂ ou de magnésio, consumo de álcool, além do hábito de fumar.

Em estudo realizado na região metropolitana de Salvador, Bahia, Brasil, foi verificada prevalência de 35,7% para PAIR em trabalhadores expostos a ruído, variando entre 23,4% a 58,7%, dependendo do ramo de atividade. Entre os metalúrgicos foi encontrada prevalência de 35,8%, considerando também as perdas auditivas unilaterais (18,9% unilaterais / 16,9% bilaterais) (Miranda et al, 1998).

Audição e hábito de fumar

Poucos estudos focalizaram especificamente esta associação. Em um estudo do tipo experimental, verificou-se que animais submetidos cronicamente à fumaça de tabaco desenvolveram perda auditiva. Como foram também encontradas alterações vasculares, e estas têm um papel importante na etiopatogenia das lesões cocleares, os autores concluíram que a perda auditiva teria sido decorrente da exposição ao tabaco (Maffei; Miani, 1962). Estudos com populações humanas, observacionais,

revelaram uma associação positiva entre o hábito de fumar e a perda auditiva, tanto em adultos como em idosos. A associação era estatisticamente significativa, mesmo quando ajustada para idade, sexo, educação, consumo de álcool, doença cardiovascular e ruído ocupacional (OR 1.69 / IC95%: 1,31 – 2,17) (Cruickshanks et al, 1998). Em um outro estudo, excluídos os indivíduos com história de exposição a ruído, encontrou-se uma razão de prevalência de 1,7 para a associação entre fumo e perda auditiva no grupo de idade igual ou inferior a 40 anos, que se elevou para 7,5 entre os indivíduos de idade superior a 40 anos (grupo de referência = mais novo / não fumante); não foram apresentados, porém, dados sobre a significância estatística (Noorhassim; Rampal, 1998). Desta forma, os resultados convergem para uma associação positiva entre hábito de fumar e redução da audição, sugerindo o fumo como fator de risco para a perda auditiva, isoladamente.

Audição, ruído ocupacional e hábito de fumar

Quando considerada a exposição ao ruído, o estudo do papel do fumo para a perda auditiva tem gerado resultados divergentes. Experimentalmente, verificou-se que a exposição isolada ao CO, ou ao ruído (abaixo dos limites de tolerância), não induzia lesão coclear em cobaias. Contudo, lesões cocleares foram observadas após a exposição combinada aos dois fatores, CO e ruído, indicando interação entre estes para a perda auditiva (Chen; Fetcher, 1999). Porém, os estudos com humanos que abordaram o fumo como modificador do efeito para a associação entre exposição a ruído e perda auditiva apresentaram resultados diversos. Enquanto Barone et al (1987) verificaram probabilidade 40% maior de PAIR em fumantes do que em não-fumantes, controlando-se pela idade (OR 1,39 p=0.02), Starck et al (1999) não observaram agravamento da PAIR na presença do hábito de fumar, exceto quando se combinavam o consumo de cigarros, a hipertensão e a disfunção da circulação periférica. Outros autores (Virokannas; Anttonen, 1995) verificaram relação dose-resposta entre a quantidade de cigarros consumidos e a diminuição da audição em trabalhadores expostos a ruído, ajustando-se pelo tempo desta exposição. Surpreendentemente, Dengerink et al (1992) sugeriram que o hábito de fumar proporcionaria efeito protetor para a PAIR, com base nos resultados de quatro experimentos nos quais testaram a interação entre fumo e ruído para os desvios temporários do limiar de audição. Os resultados apoiaram a conclusão de que um

menor grau de piora do limiar auditivo estaria associado tanto ao efeito crônico, quanto ao agudo, conseqüente ao hábito de fumar. Este efeito protetor estaria relacionado mais ao CO do que à nicotina. Contudo, os próprios autores afirmam que este efeito protetor não vem sendo observado em outros estudos. Assim, ainda não se encontra claro o papel do hábito de fumar para a PAIR.

O consumo de cigarros está associado a fatores sócio-econômicos e ao estresse. Em um estudo experimental, no qual utilizaram-se gravações de ruído industrial com níveis de intensidade abaixo do limite de tolerância, foi demonstrado que incrementos na intensidade do ruído intensificam o consumo de cigarros, aumentando o número e a duração das tragadas (Cherek, 1985). O autor argumenta que este comportamento poderia advir da propriedade da nicotina em diminuir as reações aos estímulos adversos do ambiente, ou seja, na redução do estresse. Este fato pode também estar relacionado à verificação de que fumantes constituem uma população mais exposta a riscos ocupacionais do que os não-fumantes (Friedman; Spiegelau, 1973). Porém, se os fumantes são mais expostos a ruído em comparação com os não-fumantes, esta diferença pode estar associada a um menor nível de escolaridade e de status sócio-econômico, tanto determinantes da colocação em postos de trabalho com mais riscos como associados a uma maior prevalência do hábito de fumar.

São vários os efeitos negativos do cigarro sobre a saúde. Mais de 4.000 substâncias são encontradas na fumaça do cigarro, incluindo misturas complexas formadas pelos processos químicos envolvidos na queima do tabaco (Borgerding et al, 1997). Foram identificados 25 destes componentes relacionados a doenças estatisticamente associadas ao hábito de fumar, entre eles: benzeno, tolueno, CO, nicotina, benzopireno, acetona, amônia, formaldeído (Borgerding et al, 1997). A fumaça proveniente do cigarro é a maior fonte de benzeno e de CO considerando-se a exposição individual (USA, 1995; Stewart, 1976) e a nicotina é a substância responsável pela dependência. Junto à cafeína e ao álcool, a nicotina encontra-se entre as drogas de consumo legal e socialmente aceito na maioria das populações. O CO, classificado como gás asfixiante, é produzido pela combustão do carbono por um suprimento inadequado de oxigênio. Ou seja, ocorre oxidação incompleta, gerando moléculas com apenas um átomo de oxigênio (CO) ao invés de dois destes

(CO₂). A carboxihemoglobina (COHb) é o produto da interação da hemoglobina com o CO, resultado de uma atração 200-250 vezes maior do que a exercida pelo oxigênio (Stewart, 1976). Uma saturação de COHb maior do que 1% já determina um aumento seletivo do fluxo sanguíneo para órgãos vitais como compensação pela redução no aporte de oxigênio (Stewart, 1976). Os fumantes de cigarros, grupo de maior exposição ao CO em ambientes não industriais, apresentam altos níveis de saturação de COHb, que varia com a quantidade de cigarros consumidos (Stewart, 1976). A ação tóxica do CO ao organismo humano ocorre como resultado direto da hipóxia causada pela exposição ao gás. Como a afinidade da hemoglobina com o CO é maior do que com o O₂, torna-se fácil e rápida a sua associação. Desta forma, exposições a baixas concentrações podem resultar em uma redução clinicamente significativa da capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue (Stewart, 1976). Além disso, a presença da carboxihemoglobina dificulta a dissociação da oxihemoglobina. Em decorrência destes fatos, a deficiência de O₂ para o organismo ocorre por dois processos distintos e contíguos: a diminuição da capacidade do sangue em transportar e liberar O₂ aos tecidos. O CO foi identificado em interação com o ruído para a redução da audição (Fetcher et al, 1988)

QUADRO TEÓRICO

Perda auditiva induzida pelo ruído / Perda auditiva ocupacional

Noise-induced hearing loss (NIHL)

A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) é condição decorrente de lesão progressiva e irreversível na cóclea, órgão sensorial da audição, em consequência à exposição prolongada a níveis elevados de pressão sonora (>85dBA/8horas/dia) e que se estabiliza com o afastamento do fator de risco. Deve-se ressaltar, no entanto, que o ruído não é a única causa da perda auditiva relacionada ao trabalho. O termo Perda Auditiva Ocupacional é mais abrangente, pois compreende alterações auditivas decorrentes da exposição a qualquer fator ocupacional reconhecido como nocivo à audição, ou que, em combinação com o ruído, pode potencializar seu efeito (Morata; Lemasters, 1995). Investigações têm sido conduzidas nas últimas décadas para análise da ação ototóxica, independente ou em interação com o ruído, dos seguintes químicos: tolueno, estireno, xilenos, n-hexano, *white spirit / stoddard*, tricloroetileno, etilbenzeno, dissulfeto de carbono, chumbo, mercúrio, monóxido de carbono e cianeto de hidrogênio (Morata, 2003). Os agentes químicos também afetam a cóclea, o que dificulta o diagnóstico diferencial. Ademais, há referências ao seu efeito neurotóxico em vias auditivas e/ou vestibulares, prejudicando habilidades relacionadas à audição e ao equilíbrio (Laukli; Hansen, 1995; Arlien-Soborg et al, 1981; Sulkowski et al, 2002).

A perda auditiva, a depender do grau e das frequências atingidas, envolve dificuldades na inteligibilidade da fala, prejuízos sociais, emocionais e de segurança pessoal. O caráter progressivo da lesão e a redução inicial da acuidade auditiva para sons mais agudos, implicam na percepção tardia do efeito pelo trabalhador. Ou seja, as dificuldades aparecem com a doença já em estado avançado. Desta forma, considerando-se a condição de irreversibilidade, a prevenção assume importância indiscutível.

Em geral, aos primeiros anos de exposição a níveis elevados de pressão sonora, os efeitos na acuidade auditiva são reversíveis (Figura 1). Ocorrem mudanças

temporárias do limiar auditivo logo após a exposição, denominadas *temporary threshold shifts*. No decorrer de algumas horas este efeito é revertido para a condição auditiva normal, anterior ao evento. Com a manutenção da exposição, em aproximadamente seis anos, o ruído causa lesões definitivas, não havendo reversão do quadro, configurando-se assim a instalação da doença. Para a acuidade auditiva dos sons de 3 e 4 kHz, mais afetados pelo ruído, a evolução da perda é rápida nos primeiros 10 anos de exposição, passando então a evoluir de forma mais lenta, tendendo a um patamar de estabilização (Morata; Lemasters, 1995).

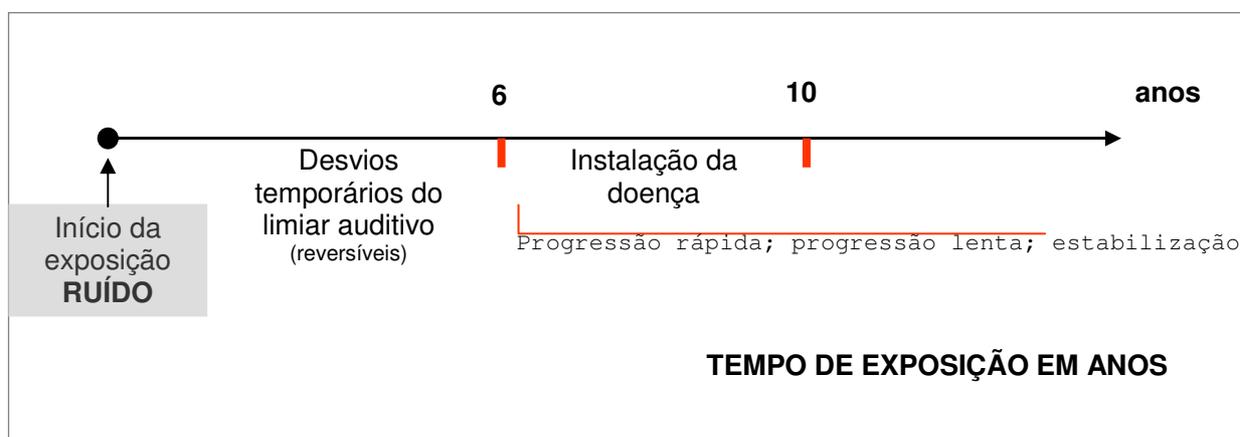


Figura 1 – História natural da perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional.

A intensidade da pressão sonora em deciBel (dBA) e a quantidade de horas/dia a que o indivíduo se encontra exposto, são fatores que interferem no desencadeamento e na severidade da PAIR (Clark; Bohne, 1999), devendo ser considerados na mensuração da exposição. Isto se baseia em um fator conhecido como “razão de dobra” ou “fator de dobra de tempo”, codificado por “Q”, que assume o valor de 3 ou 5 dBA, significando que variações desta ordem na intensidade do ruído devem dobrar ou cortar pela metade o tempo limite de exposição (Nepomuceno, 1997). Isto ocorre pois a unidade “dBA” expressa um aumento logarítmico da pressão sonora (Nepomuceno, 1997). Os limites de tolerância são definidos pelas entidades governamentais, tomando por base recomendações oriundas de agências de controle e pesquisa, como NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), ACGIH (American Conference of Governmental

Industrial Hygienists), ISO (International Organization for Standardization) e OSHA (Occupational Safety and Health Administration). A partir do limite estabelecido para 8 horas/dia de trabalho, aplica-se o fator “Q”. Não há um consenso acerca do fator de dobra $Q=3\text{dBA}$ (Nepomuceno, 1997). No entanto, apenas a OSHA adota o $Q=5\text{dBA}$, além de também aceitar 90dBA como limite de exposição para 8 horas/dia de trabalho, critério menos rigoroso em comparação com as demais recomendações de 85dBA. A legislação brasileira adota o critério de fator de dobra da OSHA ($Q=5\text{dBA}$), porém utilizando o limite de 85dBA para 8 horas diárias de exposição (Brasil, 1994). Portanto, no Brasil, a partir da intensidade de 85dBA, acréscimos de 5 dB no nível de ruído estão vinculados à uma redução de 50% no tempo de exposição máxima permitida. A avaliação da audição para trabalhadores expostos a ruído têm periodicidade obrigatória, definida legalmente, devendo ser feita anualmente, a partir da avaliação admissional e de uma outra realizada seis meses após a admissão (Nudelmann et al, 2001).

Interação

A Epidemiologia está em constante evolução, teórica e metodológica, na busca de lidar apropriadamente com as questões complexas relacionadas às causas, fatores de risco e os seus efeitos na saúde. Numa revisão dos livros-texto em epidemiologia publicados no século XX, Zhang et al (2004) analisaram a evolução de cinco conceitos: desenhos de estudo, confundimento, bias, inferência causal e interação. As publicações foram classificadas em três gerações: “*early epidemiology*”, epidemiologia clássica e epidemiologia moderna. Somente nesta última geração, o conceito de interação foi formalizado; o mais recente dentre os cinco conceitos epidemiológicos analisados. De acordo com os autores, a interação foi formalmente definida a partir das publicações de Miettinen, em 1985 – referindo a interdependência entre as co-ações e apresentando as noções de sinergismo e antagonismo, e de Rothmann, em 1986 – que ampliou o conhecimento a partir das distinções entre interação aditiva e multiplicativa, e da introdução dos conceitos de interação estatística, biológica e de saúde pública, além da aplicação do modelo da causa suficiente na interpretação das interações.

Como o conceito é relativamente recente, o termo isolado “interação” tem sido utilizado com significados distintos – ora estatístico, ora biológico, ora de saúde pública – gerando controvérsias na literatura (Rothmann; Greenland,1998). Algumas dessas controvérsias, aparentemente, devem-se essencialmente à não diferenciação dos termos, utilizados em situações semelhantes, contudo, não similares em seus pressupostos. Outros termos que compartilham significados e estão presentes na literatura são: sinergismo, efeito combinado, modificação do efeito e heterogeneidade. Coerentemente com os distintos usos dos termos relacionados ao conceito de interação, o Dicionário de Epidemiologia (Last,1995) apresenta duas definições para os verbetes “SYNERGISM, SYNERGY”:

1. Uma situação na qual o efeito combinado de dois ou mais fatores é maior do que a soma de seus efeitos isolados.
2. Dois fatores agem sinergisticamente se há indivíduos que ficarão doentes quando expostos a ambos, mas não quando expostos a qualquer um deles isoladamente.

Darroch (1997) classifica a primeira definição como interação estatística e a segunda, como biológica. Inicialmente, devem-se distinguir estes dois conceitos, pois que a interação estatística é um termo equivalente à medida da modificação do efeito e, portanto, não se aproxima dos mecanismos causais subjacentes ao conceito de interação biológica. Desta forma, interação estatística refere-se ao método, sendo utilizados como sinônimos a medida da modificação do efeito (*effect measure modification*) e a heterogeneidade de efeitos (*heterogeneity*). Assim, nada mais é do que a medida de um efeito que é heterogênea ou “modificada” na comparação dos estratos por ocasião da análise. Refere-se à variação da magnitude da medida do efeito da exposição entre categorias de uma outra variável (Rothmann; Greenland,1998).

A interação estatística é um fenômeno cuja presença ou ausência, assim como sua

magnitude, é determinada pela escala escolhida para a medida dos efeitos – aditiva ou multiplicativa (Rothmann; Greenland,1998). Nesse contexto, interpretações decorrentes da análise da interação estatística são modelo-dependentes. No entanto, ainda é válido retomar a observação Kupper e Hogan (1978), sobre não ser dada devida ênfase a este aspecto nas produções científicas.

Interação biológica

Há dois enfoques na abordagem teórica da interação biológica, não totalmente distintos, pois mantêm relações entre si:

- ✓ Abordagem baseada no modelo do contrafacto (*counterfactual ou potencial-outcome model*);
- ✓ Abordagem baseada no modelo da causa suficiente.

Abordagem baseada no modelo do contrafacto

O elemento contrafactual que caracteriza o *potencial-outcome model* refere-se ao que ocorreria se a condição de exposição / não-exposição fosse contrária ao que realmente é (Greenland; Brumback, 2002). Ou seja, refere-se à hipótese do que ocorreria sob condições contrárias às atuais (Maldonado; Greenland, 2002).

Considerando-se esta teoria, o sinergismo entre dois fatores é definido como um quadro de doença que, em determinados indivíduos, não ocorreria se um ou ambos fatores estivessem ausentes (Greenland, 1993).

Em outras palavras, cada fator causa a doença se e somente se o outro fator está presente: esta condição representa o efeito sinérgico – ambos precisam estar presentes para que a doença ocorra. Também pode ocorrer situação em que cada fator causa a doença se e somente se o outro fator está ausente: esta representa o efeito mutuamente antagônico – um bloqueia o efeito do outro (Rothmann;

Greenland,1998).

Nessa abordagem, a interação ocorre se o efeito de um fator depende da condição do indivíduo em relação ao outro fator. Rothmann e Greenland (1998) consideram interessante que esta situação poderia ser descrita dizendo-se que cada fator modifica o efeito do outro. No entanto, o termo “modificação do efeito” tem sido empregado como uma contração para “medida da modificação do efeito”, conceito equivalente à interação estatística.

Considerando-se o pressuposto do modelo aditivo – independente da escala utilizada, visto que é uma definição metodológica – as interações podem ser classificadas, de acordo com a direção do afastamento, em superaditividade e sub-aditividade. A primeira é definida por um desvio positivo com base no modelo aditivo [$R_{11} - R_{00} > (R_{10} - R_{00}) + (R_{01} - R_{00})$], enquanto a sub-aditividade é caracterizada por um desvio negativo (Rothmann; Greenland,1998).

Abordagem baseada no modelo da causa suficiente (Rothmann; Greenland,1998)

O modelo das causas suficientes e seus componentes, proposto por Rothmann e Greenland, proporciona um suporte conceitual geral, prático para discussão teórica de problemas causais. De acordo com este modelo, se duas causas componentes atuam na mesma causa suficiente, esta condição pode sugerir interação biológica na produção da doença. De fato, interação biológica pode ser definida como a participação de duas causas componentes na mesma causa suficiente. Esta interação é também conhecida como co-ação causal ou ação combinada. A abordagem é baseada no delineamento de mecanismos específicos de interação. O conceito de “interação mecânica”, por exemplo, possui significado relacionado à noção de reações diretas, físicas ou químicas, entre as exposições, seus metabólitos, etc.

Quando duas causas componentes agem para produzir doença numa causa

suficiente comum, alguns casos da doença podem surgir onde as duas compartilham responsabilidade causal; neste caso, na ausência de qualquer um dos componentes estes casos não ocorreriam. Esta co-participação em uma causa suficiente é definida como interação sinérgica entre os componentes, ou sinergismo. Também pode haver mecanismos que exigem a ausência de um fator e a presença de outro para produzir a doença. Este corresponde a uma causa suficiente onde a ausência de um e a presença do outro são componentes. A falha da ocorrência da doença por ambos fatores estarem presentes pode ser definida como uma interação antagônica entre os componentes, ou antagonismo.

Assim, de acordo com o modelo da causa suficiente, a não-interação ou independência dos efeitos de dois fatores significa que nenhum caso da doença foi causado ou prevenido pela presença combinada destes fatores. A “ação independente” ocorre na ausência de interação. Segundo Pearce (1989), Rothmann adotou uma definição epidemiológica não ambígua de interação, onde dois fatores não podem ser considerados independentes se forem componentes de uma mesma causa suficiente.

Outras considerações sobre interação biológica

Rothmann e Greenland (1998) ampliam a discussão sobre a interação biológica apresentando características adicionais, como as relacionadas ao posicionamento dos componentes no tempo, à dose da exposição e ao grau de interação. Na perspectiva do tempo, a ação combinada de duas causas componentes não precisa decorrer de ações simultâneas: uma delas pode agir vários anos antes da outra, mas terá deixado um ou mais efeitos que interagem com o efeito do componente posterior. Considerando-se a dose, pequenas doses de exposição provavelmente requerem um maior ou mais raro conjunto de causas para compor uma causa suficiente, em relação aquela em que estão presentes grandes doses. O grau de interação observado entre duas causas componentes específicas depende de quantas causas suficientes produzem a doença e da proporção de casos que ocorrem por meio de causas suficientes nas quais essas duas causas, ambas,

desempenhem papel importante. A dimensão ou aparente força de uma interação biológica entre dois fatores é dependente da prevalência destes.

Existem conexões entre as duas abordagens teóricas apresentadas. Como exemplo, entre os tipos de resposta esperados para as combinações de duas exposições no modelo do contrafacto há correspondências com as condições do indivíduo de encontrar-se em risco de nenhuma, uma ou várias causas suficientes. No caso do sinergismo, a presença de resposta sinérgica corresponde à presença da ação sinérgica de duas causas componentes (Rothmann; Greenland,1998).

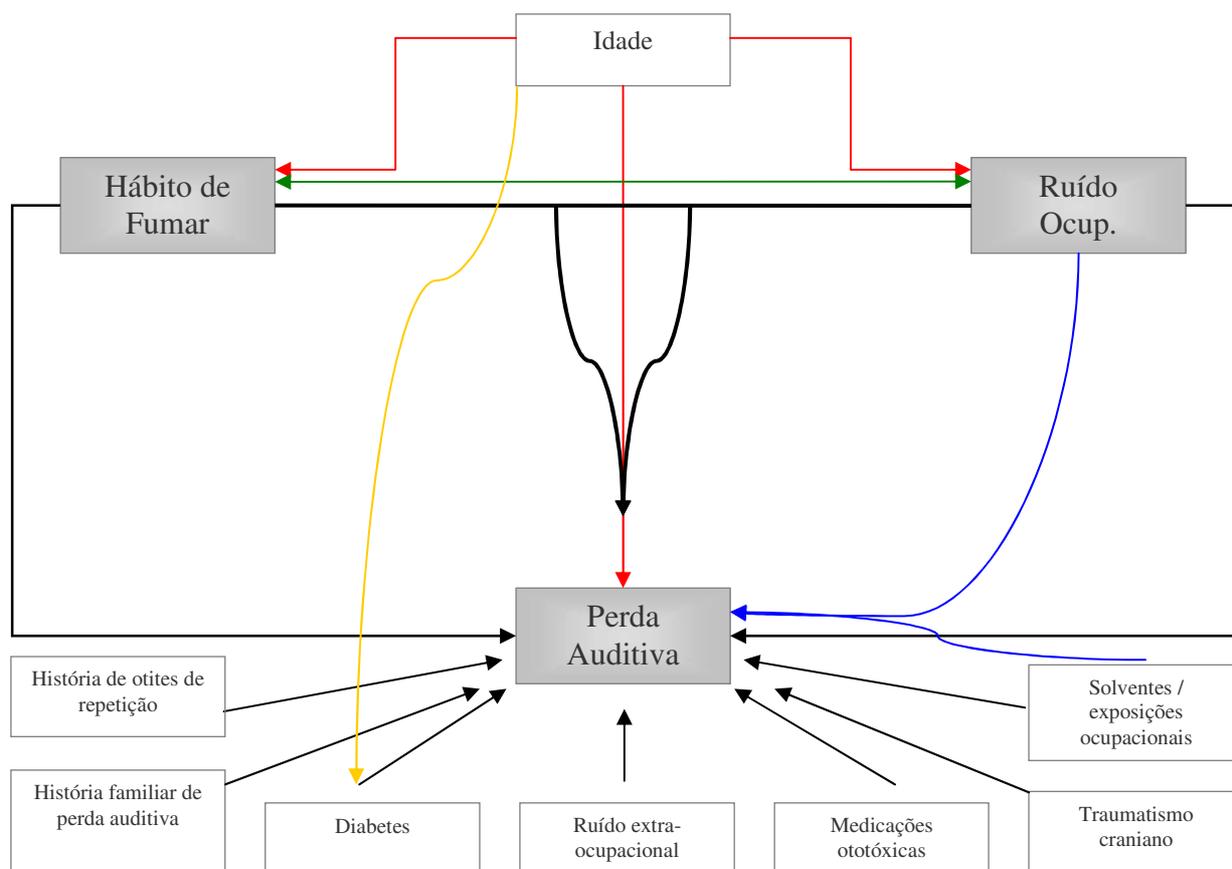
Delineadas as distinções entre os conceitos e apresentadas as abordagens teóricas, permanece a questão sobre o que pode ser compreendido a partir dos dados. A natureza da interação biológica não é esclarecida por dados epidemiológicos, uma vez que diferentes mecanismos podem predizer padrões idênticos de doença (Thompson,1991). Esta limitação é independente de avanços na análise metodológica; ou seja, mesmo que os problemas relacionados à avaliação da interação sejam eliminados, esta restrição persistirá (Greenland, 1993). Além disso, as reais identidades dos componentes de uma causa suficiente são parte da biologia da causalidade. Para os efeitos biológicos, a maioria e por vezes todos os componentes de uma causa suficiente são desconhecidos (Rothmann; Greenland,1998).

A investigação da interação entre fatores na determinação de seus efeitos na saúde é um tópico relevante em estudos epidemiológicos, considerando-se, principalmente, a multicausalidade na etiologia das doenças crônicas. A importância da identificação dos componentes de uma ação combinada toma maior vulto para a saúde pública quando pelo menos um deles é passível de prevenção, pois desta forma, os efeitos podem ser evitados ou minimizados por intervenções.

Questões metodológicas na análise da interação biológica são apresentadas e discutidas no Anexo 2.

MODELO TEÓRICO (1)

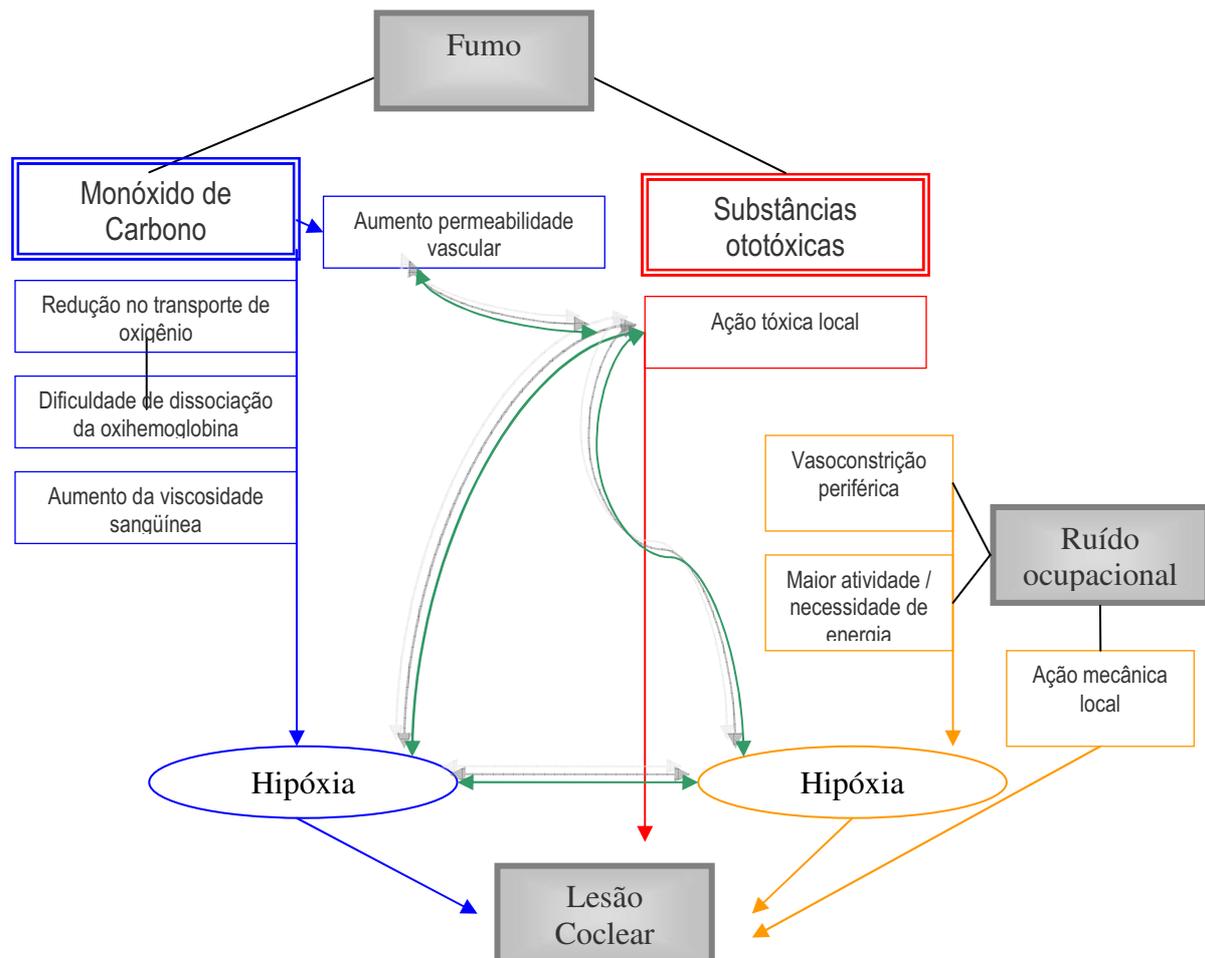
Geral



Deve-se ressaltar que o envelhecimento e a exposição ao ruído ocupacional são as causas mais comuns de perda auditiva sensorioneural, ou seja, aquela decorrente prioritariamente de lesão coclear irreversível (Boettcher et al, 1995).

MODELO TEÓRICO (2)

Específico



Este modelo demonstra a fisiopatologia que suporta a hipótese de interação biológica entre fumo e ruído para a lesão coclear. Os conectores na cor verde indicam as possibilidades de mecanismos biológicos de interação.

Hipótese Teórica

A hipótese teórica apresentada fundamenta-se na plausibilidade biológica da interação entre os fatores exposição ao ruído ocupacional e hábito de fumar para a perda auditiva. Pode ser expressa por “Fumo e ruído são causas componentes de uma mesma causa suficiente, gerando casos de doença que não ocorreriam sem a presença dos dois fatores”. Em outras palavras, são fatores que apresentam ação sinérgica para a perda auditiva.

Neste contexto, o hábito de fumar expõe o indivíduo ao monóxido de carbono, induzindo hipóxia, por meio da redução dos níveis sanguíneos de oxigênio na região coclear. Isto ocorre como resultado da vasoconstrição capilar, do aumento da viscosidade sanguínea, da redução do transporte do oxigênio e da dificuldade de dissociação da oxihemoglobina. Além disso, substâncias ototóxicas, ou seja, com efeito tóxico para a cóclea, são constituintes da fumaça do cigarro. Algumas destas substâncias estão presentes em ambientes ocupacionais, e são reconhecidas na interação com o ruído para lesão coclear. Apesar das discretas quantidades em que se apresentam na fumaça do cigarro, estes ototóxicos podem ser responsáveis por lesões diretas no órgão sensorial da audição ou, em um mecanismo de interação, ter sua ação potencializada pelo aumento da permeabilidade vascular, ou ainda, pela hipóxia local. Destaca-se que o ruído, além de lesões mecânicas, também gera uma condição de hipóxia. A presença de substâncias tóxicas pode potencializar a ação do ruído para a perda auditiva, ou de forma contrária, o ruído pode tornar a cóclea mais vulnerável à ação tóxica. São vários os mecanismos causais possíveis resultando em um efeito comum, neste caso, a perda auditiva.

OBJETIVOS

Estudo 1 - “Validação da perda auditiva auto-referida em adultos”

- estudo de acurácia

Geral

Estimar a validade de um instrumento de investigação de perda auditiva a partir de informação auto-referida.

Específicos

Avaliar a performance de duas questões, na identificação de indivíduos portadores de perda auditiva, e na diferenciação do grau de severidade do problema, a partir da comparação com o resultado da avaliação audiométrica, considerada como o padrão-ouro.

Estudo 2- “Epidemiologia de perda auditiva em uma população adulta no Brasil”

- estudo de prevalência

Geral

Conhecer a distribuição e as características da perda auditiva na população de trabalhadores da cidade de Salvador, Bahia.

Específicos

Estimar a prevalência da perda auditiva auto-referida na população.

Descrever a prevalência de acordo com as variáveis sócio-demográficas, ocupacionais e de estilo de vida.

Descrever as características gerais da perda auditiva na população: tipo, severidade, lateralidade, aquisição.

Estudo 3 - “Efeito combinado de ruído ocupacional e hábito de fumar para a perda auditiva – um estudo de base populacional”

- estudo de análise confirmatória

Geral

Investigar o efeito combinado de ruído ocupacional e hábito de fumar para a perda auditiva na população.

Específicos

Analisar as diferenças entre os efeitos isolados e combinados de exposição ao ruído ocupacional e hábito de fumar para a perda auditiva.

Comparar o efeito combinado das duas exposições com o efeito predito pelos modelos aditivo e multiplicativo.

Caracterizar os achados obtidos na investigação do efeito combinado: presença, magnitude, modelo.

RESULTADOS PRELIMINARES

Em investigação pregressa, analisamos a hipótese de interação referente ao Estudo 3, considerando a população de trabalhadores de uma empresa metalúrgica (N=535). Foi identificado efeito combinado coerente com interação mais que aditiva entre ruído e hábito de fumar para a perda auditiva sensorineural (Anexo 3). Naquela população, enquanto os jovens (20 – 40 anos) sem história de exposição a ruído ocupacional e nunca fumantes apresentavam prevalência de 6,1% da doença, e os fumantes/ex-fumantes – 7,7%, e ainda aqueles com história de exposição ao ruído, porém nunca fumantes, 14,4%, a perda auditiva estava presente em 29,4% dos jovens expostos aos dois fatores. Ainda existem controvérsias nesta área do conhecimento. Este projeto propõe a análise do tema em base populacional, e também são avanços: dados acerca de exposições extra-ocupacionais ao ruído e a solventes orgânicos, a viabilização da utilização da morbidade auto-referida no sentido de consolidar uma abordagem rápida e factível para a saúde coletiva, e maior complexidade na análise.

Em uma primeira aproximação da população em estudo, por meio da aplicação de um questionário preliminar na Fase III da coorte (2004), foi possível verificar os dados a seguir apresentados. Trata-se de dados brutos, não tratados com o rigor adequado da análise, mas servem ao propósito da avaliação inicial da viabilidade da hipótese de estudo na população.

Dados preliminares (Fase III - 2004)

Total = 7409 indivíduos entre 18 e 65 anos

N = 3513 entrevistados

Freqüências:

Perda auditiva auto-referida = 13,9 % (488)

História de exposição a ruído ocupacional = 24,9 % (874)

Fumantes = 11,6 % (406)

Ex-fumantes = 17,0 % (529)

Prevalência da Perda auditiva auto-referida:

26,3 % entre os EXPOSTOS A RUÍDO OCUPACIONAL

9,8 % entre os NÃO EXPOSTOS A RUIDO OCUPACIONAL

14,8 % entre os FUMANTES

13,8 % entre os NÃO FUMANTES

20,8 % entre os EX-FUMANTES

12,3 % entre os NUNCA FUMANTES

Prevalência da Perda auditiva auto-referida, nos subgrupos:

R=0 F=09,1 % (1,0) REF

R=0 F=113,0 % (1,4)

R=1 F=023,2 % (2,5)

R=1 F=136,6 % (4,0)

Legenda

R=0 SEM HISTÓRIA DE EXPOSIÇÃO RUÍDO OCUPACIONAL

R=1 COM HISTÓRIA DE EXPOSIÇÃO RUÍDO OCUPACIONAL

F=0 NUNCA FUMANTE

F=1 EX-FUMANTE

Obs: não foram incluídos os fumantes atuais.

MÉTODOS

Geral

Este estudo será realizado com parte dos dados de uma investigação com desenho de coorte prospectiva de base comunitária, que vem sendo conduzida desde o ano 2000, cujo principal objetivo é descrever as relações entre as condições de trabalho e saúde em uma grande área urbana do Brasil, a cidade de Salvador. Serão empregados dados obtidos na Fase IV (2006).

População do estudo e Amostragem

O estudo original foi constituído por 2512 famílias com domicílio em Salvador, totalizando 9551 indivíduos entre 10 e 65 anos, na Fase I (2000). A composição da amostra basal da coorte foi do tipo aleatória por conglomerados de estágio único, tomando-se como referência sub-áreas de um mapa aerofotográfico da totalidade da área urbana de Salvador. As sub-áreas continham uma média de 86,6 domicílios. A quantidade de famílias sorteadas foi estimada com base no tamanho amostral pretendido, na média de pessoas na faixa de idade de interesse por cada família (3,8) (IBGE, 1999), e no número médio destas por subárea. A definição por este desenho amostral ocorreu pela falta de registros de endereços completos e pela maior facilidade para localização das residências em áreas pobres. Ademais, o desenho permite maior rapidez na coleta de dados devido à proximidade geográfica dos domicílios e ambiente mais seguro de trabalho para os entrevistadores. Das 32 sub-áreas que foram sorteadas, três não eram habitadas e, portanto, foram descartadas. Nas 29 sub-áreas do estudo, após a obtenção do consentimento para a pesquisa, todos os residentes no domicílio foram identificados e registrados para a coleta de dados.

Coleta de dados

Na coleta de dados, baseada em questionários individuais, todos os membros das famílias sorteadas informam sobre seus dados sócio-demográficos, ocupacionais relativas à situação e história laboral remunerada, assim como a não remunerada para a família. Com base na idade (10-65 anos) e no exercício de alguma atividade remunerada (ocupação) ou pelo menos 8 horas semanais de trabalho não

remunerado doméstico, são identificados os indivíduos que respondem a questionários mais detalhados sobre hábitos de vida, condições de trabalho e saúde, incluindo-se dados sobre a saúde auditiva.

Maior detalhamento metodológico relacionado ao projeto original está apresentado no Anexo 1.

A análise dos dados será realizada utilizando-se o software SAS 8.11.

Estudo 1 - “Validação da perda auditiva auto-referida em adultos”

- estudo de acurácia

O estado da arte dos exames disponíveis para a verificação do nível de audição aponta como padrão-ouro de definição de caso de comprometimento da acuidade auditiva a audiometria, procedimento que envolve alto custo e dificuldades operacionais por exigir acomodação e equipamentos não disponíveis em locais próximos às residências dos participantes. Isto limita grandemente a realização de estudos com grandes contingentes populacionais como é exigido nos estudos epidemiológicos. A escolha mais comum é, portanto, o uso de questionários, com perguntas específicas dirigidas à identificação de comprometimento da acuidade auditiva, e suas diferenças de manifestação. Por ser reconhecido que se trata de uma forma de avaliação passível de erros de classificação, seja por fatores relacionados à percepção individual ou às diferenças na severidade da perda auditiva, considerou-se necessário realizar um estudo para estimar o grau de acurácia dos diagnósticos formulados a partir das questões em comparação com os resultados da audiometria.

Tipo de estudo

Neste estudo de acurácia, metodológico, de desenho transversal, serão avaliadas comparativamente as respostas às perguntas consideradas “teste” com os resultados dos exames audiológicos.

População do estudo e Amostragem

Na impossibilidade de aplicação dos procedimentos completos para toda a população do estudo original, será constituída uma amostra representativa. O processo de seleção para composição desta amostra será do tipo aleatória simples, tomando-se como referência a população de trabalhadores identificada na Fase III (2004) do projeto original. A quantidade a ser sorteada será calculada com base no tamanho amostral necessário para ser estimada a sensibilidade do teste, com erro de 0,10, a partir do seguinte cálculo (Obuchowski; Zhou, 2002):

$$N_{SRS} = \frac{Se_0(1 - Se_0)}{L^2 p_0} \times z^2_{1-\alpha/2}$$

onde Se_0 é a sensibilidade esperada para o teste;

p_0 é a prevalência esperada na amostra, considerando-se o padrão-ouro;

e L é uma cauda do intervalo de confiança (IC).

Para fins do cálculo desta amostra, foi prevista sensibilidade de 71%, com base no menor valor observado em estudos anteriores. Cálculo similar, com base na estimativa da especificidade, foi dispensável devido à baixa prevalência da doença na população. O mesmo motivo foi considerado na definição da faixa etária elegível para a amostra, visto que a prevalência aumenta com a idade. A restrição da idade para a faixa de 30 a 65 anos eleva a prevalência esperada de 10 para 15%, tornando viável a operacionalização dos métodos para o número amostral e mantendo-se a representatividade da população para as demais variáveis.

A proporção de perdas está prevista em aproximadamente 40%, pois a submissão ao exame demanda deslocamento do domicílio e a maior parte da população não apresenta queixa auditiva. Por este motivo, será realizado um estudo piloto, para o qual serão convidadas 100 pessoas que já passaram pela entrevista da Fase IV do estudo de base. Mantida a proporção prevista, o número de indivíduos a serem sorteados para a audiometria será 740.

Coleta de dados

Os indivíduos selecionados receberão pessoalmente, em etapa posterior à entrevista, o convite para a realização do exame (Apêndice 2). As informações

constarão do convite impresso e o colaborador fará os esclarecimentos necessários no momento da entrega. Assim, de forma verbal e por escrito, o convidado será informado sobre a gratuidade do exame, o reembolso do valor gasto com transporte, a independência do convite em relação à sua condição auditiva (ter referido ou não queixa auditiva na entrevista), a necessidade de levar um documento de identidade com foto, assim como o próprio convite, a impossibilidade de transferência do exame para qualquer outra pessoa, em que consiste e como é realizado o exame, a ausência de dor ou desconforto, onde deverá comparecer, telefone para tirar dúvidas e, ainda, que receberá uma cópia do resultado. O colaborador estará preparado para sanar quaisquer dúvidas e agendará a data do exame de acordo com a disponibilidade do convidado.

Os exames serão conduzidos em um serviço de Audiologia da Universidade Federal da Bahia por profissionais habilitados e treinados para a padronização do procedimento. Os examinadores desconhecerão as respostas dos indivíduos para o questionário de saúde auditiva (QSA, Apêndice 3). A cabina acústica e os equipamentos utilizados estarão devidamente aferidos/calibrados. O examinador vai pesquisar os limiares auditivos, bilateralmente, para tons nas frequências de 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 6 e 8 kHz. Ou seja, são obtidas as menores intensidades sonoras que o indivíduo é capaz de detectar, para cada tom, em cada orelha. Deverá ser realizada meatoscopia prévia e verificação de tendência ao colabamento dos meatos acústicos externos (MAE) à colocação dos fones. Caso seja identificada obstrução de um ou de ambos MAE, o indivíduo será encaminhado para remoção com médico otorrinolaringologista, e avaliado em data posterior. Caso seja identificada tendência ao colabamento, será utilizada técnica para evitar o evento. O resultado do exame será registrado em formulário próprio da pesquisa e em formulário clínico (Apêndice 4) a ser entregue na mesma data ao participante.

Considerando-se a alta probabilidade de perdas, como alternativa à coleta principal será realizada uma complementar com base em uma população composta predominantemente por pessoas com queixa auditiva. Assim, paralelamente, serão coletados dados para todos os pacientes agendados para realização de exame audiológico em um Serviço de Audiologia da Universidade Federal da Bahia. Será aplicado o QSA por meio de contato telefônico, prévio à realização do exame, e

posteriormente, o resultado da audiometria realizada no serviço será consultado, como dado secundário.

Para o início de qualquer procedimento, será imprescindível a concordância e o consentimento dos sujeitos depois de esclarecidos os itens do termo de consentimento livre e esclarecido.

Definição das variáveis

As variáveis do estudo serão definidas pelas respostas a duas perguntas do questionário de saúde auditiva (QSA) e pelos limiares auditivos verificados pela audiometria.

Assim, com base na seguinte questão do QSA,

“Você sente que você tem uma perda auditiva?”

(1) Sim; (0) Não; (9) “não sabe”

será definida a variável:

- ❖ Perda auditiva auto-referida (PAAR)
 - variável considerada para o diagnóstico da perda auditiva (teste)
 - definida como 1= com perda auditiva, 0= sem perda auditiva

Com base na outra questão do QSA,

“Em geral, você diria que sua audição é...”

(0) Excelente; (1) Muito boa; (2) Boa; (3) Regular; (4) Ruim

será definida a variável:

- ❖ Gravidade da perda auditiva auto-referida (GPAAR)
 - variável considerada para o diagnóstico da severidade da perda auditiva (teste)
 - definida como 0=excelente, 1=muito boa, 2= boa, 3= regular e 4=ruim

Estas serão comparadas ao padrão-ouro. Então, com base na audiometria, serão definidas as variáveis:

❖ Perda auditiva (PA)

- variável considerada como diagnóstico da perda auditiva (padrão-ouro)
- definida como –

0= sem perda auditiva – média dos limiares auditivos de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz, melhor que 25dBNA na pior orelha

1= com perda auditiva – redução da audição, verificada pela média dos limiares auditivos de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz, maior ou igual a 25dBNA na pior orelha

❖ Gravidade da Perda auditiva (GPA)

- variável considerada como diagnóstico da severidade da perda auditiva (padrão-ouro)
- definida em três categorias –

0= normal – média dos limiares auditivos de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz, melhor que 25dBNA na pior orelha

1= perda leve – redução da audição, verificada pela média dos limiares auditivos de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz, $\geq 25\text{dBNA} < 40\text{dBNA}$ na pior orelha

2= perda moderada – redução da audição, verificada pela média dos limiares auditivos de 500, 1000, 2000, 3000 e 4000 Hz, pior que 40dBNA na pior orelha

Análise

Para a análise da dimensão *diagnóstico* do teste, serão estimados sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo, e os respectivos intervalos de confiança (IC), a 95%. Para tanto, a perda auditiva auto-referida (PAAR), identificada

pela resposta à questão do QSA terá como padrão-ouro a condição auditiva identificada pelo exame audiométrico (PA).

Para a análise da dimensão *severidade* da perda auditiva, serão estimados sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo, e os respectivos IC, a 95%. Para tanto, a gravidade da perda auditiva auto-referida (GPAAR) identificada pela resposta à questão do QSA terá como padrão-ouro a condição de severidade verificada pelo exame audiométrico (GPA).

Serão, ainda, estimadas a prevalência da perda auditiva auto-referida e daquela identificada pelo padrão-ouro, e seus respectivos IC95%. As medidas serão comparadas, estimando-se a diferença de prevalências.

Estudo 2- “Epidemiologia de perda auditiva em uma população adulta no Brasil”

- estudo de prevalência

Tipo de Estudo

Neste estudo, tipo exploratório, de desenho transversal, serão analisadas a extensão e a distribuição da perda auditiva auto-referida na população de trabalhadores adultos de Salvador.

População do estudo e Amostragem

Farão parte deste estudo os indivíduos com idade entre 18 e 65 anos, residentes em Salvador, Bahia, entrevistados na Fase IV da pesquisa (exercem alguma atividade remunerada, ou pelo menos 8 horas semanais de trabalho não remunerado doméstico). Como a coorte é dinâmica, com base na Fase III, estima-se população potencial de 3500 indivíduos.

Definição das variáveis

As variáveis relacionadas às características da perda auditiva, severidade, lateralidade, época e forma de aquisição e tipo da perda serão definidas a partir das respostas ao QSA.

Variáveis independentes

Sociodemográficas

Idade, sexo, cor da pele, nível sócio-econômico e escolaridade.

Idade - descrita em anos referidos na data da entrevista

Sexo: feminino (0), masculino (1)

Cor da pele - registrada de acordo com a observação do entrevistador: (1) negros (negros e mulatos), (0) não-negros (brancos, asiáticos, índios e morenos)

Nível sócio-econômico: (1) baixo, (0) médio/alto, definidos pelo número de bens na família

Nível de escolaridade: (1) baixo=até 1º grau, (0) médio/alto=maior que 1º grau

Ocupacionais

Tempo de exposição a ruído ocupacional, ocupação, setor de atividade, vínculo contratual.

Tempo de exposição ocupacional ao ruído:

(0) não exposto – nunca expostos ao ruído ocupacional;

(1) exposto – expostos ao ruído ocupacional por até 6 anos;

(2) exposto – expostos ao ruído ocupacional por mais de 6 anos.

Modos de vida

Hábito de fumar, Consumo de álcool

Hábito de Fumar:

nunca fumante – nunca consumiram cigarros – (0);

Fumante/ex-fumante – alguma vez fumantes – (1).

Consumo de álcool:

consumo atual de bebidas alcoólicas – (1) sim, (0) não;

frequência do consumo de bebidas alcoólicas – (1) dois ou mais dias por semana, (0)= raramente ou até um dia.

Análise

Para estimar a extensão do problema da perda auditiva na população, será realizada a estimativa da prevalência geral e específica para os níveis de gravidade, e a sua distribuição de acordo com as variáveis sociodemográficas, ocupacionais e de modos de vida. Diferenças entre as medidas de prevalência de acordo com as categorias de cada uma das variáveis serão estimadas com razões de prevalência brutas e respectivos intervalos de confiança (IC 95% Mantel-Haenszel).

Estudo 3 - “Efeito combinado de ruído ocupacional e hábito de fumar para a perda auditiva – um estudo de base populacional”

- estudo de análise confirmatória

Tipo de Estudo

Neste estudo de análise confirmatória, de desenho transversal, será analisada a hipótese de interação entre ruído e hábito de fumar para a perda auditiva, na população de trabalhadores adultos de Salvador.

População do estudo e Amostragem

Farão parte deste estudo os indivíduos com idade entre 18 e 65 anos, residentes em Salvador, Bahia, entrevistados na Fase IV da pesquisa (exercem alguma atividade remunerada, ou pelo menos 8 horas semanais de trabalho não remunerado doméstico). Como a coorte é dinâmica, com base na Fase III, estima-se população potencial de 3500 indivíduos.

Definição de variáveis

A variável dependente será a Perda auditiva auto-referida (PAAR) com base no QSA, definida como apresentado no Estudo 1.

As variáveis independentes principais:

Hábito de Fumar:

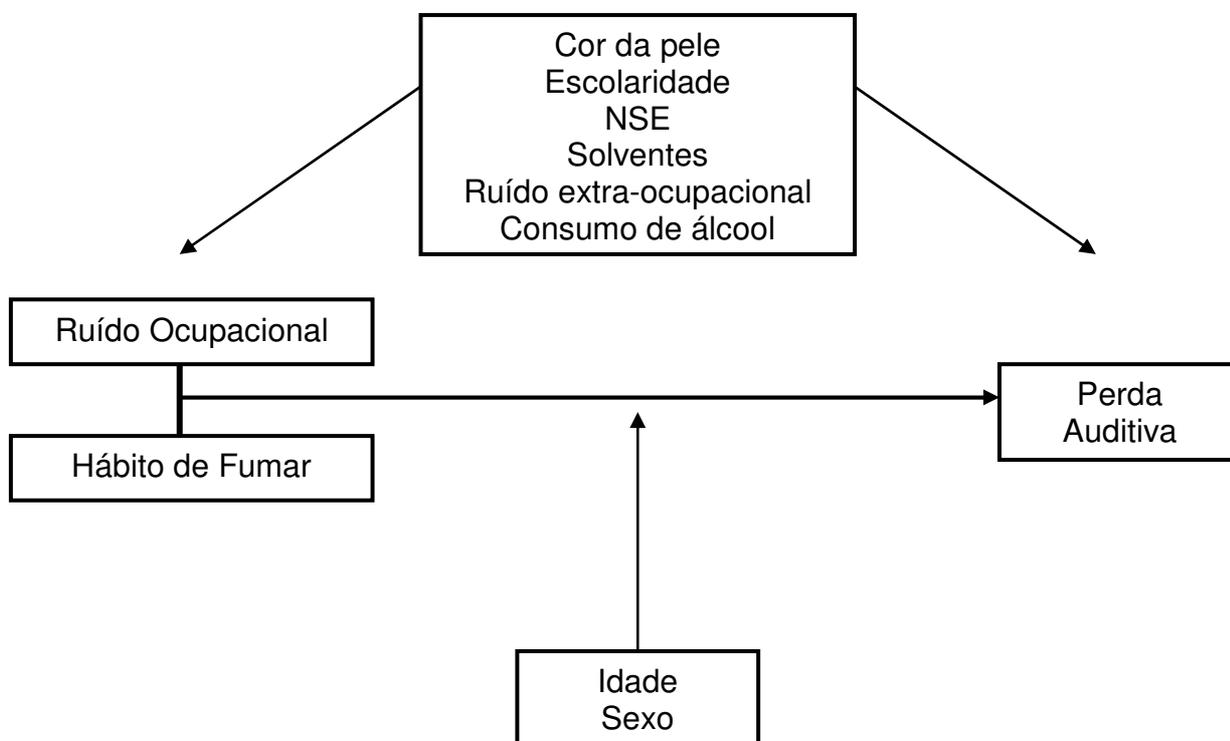
- (0) nunca fumante – nunca consumiram cigarros;
- (1) Fumante/ex-fumante – alguma vez fumantes.

Exposição ocupacional ao ruído:

- (0) não exposto – nunca expostos ao ruído ocupacional;
- (1) exposto – expostos ao ruído ocupacional por até 6 anos;
- (2) exposto – expostos ao ruído ocupacional por mais de 6 anos.

Covariáveis: idade, sexo, cor da pele, escolaridade, nível sócio-econômico, consumo de álcool, exposição a solventes, exposição extra-ocupacional ao ruído.

Modelo Preditivo



Análise

Hipótese de Trabalho

H1: A exposição combinada ao hábito de fumar e ao ruído ocupacional está relacionada a um efeito mais que aditivo para a perda auditiva em trabalhadores na população em geral.

Para o estudo da interação, após a análise descritiva preliminar, será conduzida a análise estratificada com base no modelo aditivo, estimando-se o efeito isolado e

combinado da exposição a ruído e do hábito de fumar para a perda auditiva, como descrito no Anexo 2. O efeito combinado será comparado ao esperado pela soma dos efeitos isolados de cada fator. Identificado o afastamento do modelo aditivo, será calculada sua magnitude, estimando-se o excesso das medidas de morbidade e/ou associação, e seus respectivos ICs.

A análise multivariada será conduzida buscando-se uma forma apropriada para utilização de suas vantagens, mantendo como referência para interação o afastamento do modelo aditivo. Checkoway et al (2004) recomendam duas maneiras pelas quais é possível estimar efeitos isolados e combinados de dois fatores utilizando-se a regressão logística: (i) utilizando um termo de interação (somando variável A e B); (ii) criando três variáveis dummy, representando as variáveis (somente A; somente B; A + B combinadas).

Para a modelagem será empregado o procedimento "backward". Modificadoras de efeito serão as variáveis que, avaliadas de acordo com o Teste de Razão de Verossimilhança, para a diferença dos desvios $[-2\ln(I)]$, entre o modelo completo e o modelo reduzido, produzam resultados estatisticamente significantes para um $\alpha=0,05$. Confundidoras serão as variáveis cuja retirada do modelo saturado implique em um desvio de pelo menos 20% na medida da associação principal, ou aquelas para as quais houver evidências teóricas consistentes. Os resultados das associações entre as exposições representadas pelas variáveis dummy e a perda auditiva serão analisados sob o pressuposto do modelo aditivo de interação biológica.

ASPECTOS ÉTICOS

O projeto será conduzido de acordo com as normas éticas para pesquisas desenvolvidas com seres humanos. A proposta está vinculada à estrutura e à base populacional do projeto “Acidentes de trabalho no setor informal”, sob coordenação da Profa. Vilma Sousa Santana, já submetido e aprovado em seus requisitos ético-metodológicos. Como a condução do Estudo 1 envolve uma coleta distinta para obtenção de dados complementares aqueles oriundos da pesquisa original, seu projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia, apreciado e aprovado sob n° 048/06, em 25 de setembro de 2006. Foi elaborado um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido específico para este estudo (Apêndice 5).

Sujeitos da Pesquisa

Não haverá restrição de sexo ou classe social, pois que a amostra será representativa da população de trabalhadores adultos da cidade de Salvador. A exclusão dos indivíduos adultos, com menos de 30 anos de idade, da base de seleção para o exame de audição, deve-se a questões metodológicas justificadas na seção específica. Destaca-se que a seleção não será condicionada à queixa de perda auditiva, ou seja, todos terão a mesma chance de serem sorteados para o grupo que será submetido à avaliação.

Material a ser obtido para a pesquisa

Dados coletados por meio de questionários aplicados por entrevistadores, contendo informações familiares, sociais, ocupacionais e de saúde. Para uma amostra da população, a condição auditiva obtida por meio da pesquisa dos limiares auditivos em exame específico.

Conduta para os procedimentos

Toda a equipe envolvida receberá informações sobre os aspectos éticos da pesquisa. Os entrevistadores serão orientados e treinados para oferecer os esclarecimentos necessários a análise do consentimento pelos participantes. Entre estes, a natureza voluntária da participação e a garantia de confidencialidade dos

dados. Para os participantes do Estudo 2, após concordância e assinatura do Termo, lhes será entregue uma cópia do documento.

Os indivíduos sorteados para a realização do procedimento de audiometria serão ressarcidos do valor do transporte coletivo urbano, ida e volta, no dia do comparecimento, não havendo qualquer ônus financeiro. Não haverá qualquer tipo de remuneração para os sujeitos da pesquisa. Todos os indivíduos avaliados receberão o resultado do exame. Quando detectado qualquer problema auditivo, estes serão orientados e encaminhados para o agendamento de consulta médica especializada no serviço público de saúde. Todos serão informados sobre estas condições e outras descritas no documento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A população da pesquisa poderá solicitar esclarecimentos a qualquer momento, e para tanto terão acesso a um telefone de contato da equipe de trabalho, e da mesma forma, terão ciência do Comitê de Ética que avaliou o projeto caso haja necessidade de contatá-lo.

Riscos Potenciais

Não existe, em coerência com a literatura, previsão de dano associado ou decorrente dos procedimentos a serem utilizados na pesquisa. A audiometria é um exame simples, não-invasivo, indolor, não causa desconforto ou qualquer prejuízo ao examinado. O procedimento será realizado por profissional habilitado, nas dependências da própria universidade. Serão garantidos o anonimato e o sigilo das informações. Mesmo assim, os indivíduos estarão cientes de que poderão deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, inclusive durante o processo do exame, sem qualquer prejuízo ou penalização.

Grupos Vulneráveis

A pesquisa não envolve investigação específica de grupos considerados vulneráveis.

Contribuição da Pesquisa / Benefícios

Os benefícios desta pesquisa serão indiretos considerando-se que o conhecimento gerado será potencialmente utilizado pela comunidade científica em avanços na área de saúde auditiva, beneficiando a população. Mas também serão diretos aos

indivíduos submetidos à avaliação, pois estes terão conhecimento sobre sua situação auditiva, receberão o resultado do exame e serão encaminhados no caso da detecção de algum problema. O Centro Docente Assistencial de Fonoaudiologia realiza os exames audiológicos gratuitamente, e assim, familiares e/ou pessoas conhecidas dos indivíduos examinados que necessitarem deste tipo de avaliação poderão ter seus exames agendados e realizados, de acordo com a rotina do serviço.

O conhecimento da distribuição da perda auditiva na população favorecerá um adequado planejamento de ações de promoção da saúde auditiva e prevenção da doença. O conhecimento da validade da perda auditiva auto-referida permitirá o desenvolvimento de inquéritos epidemiológicos que gerem estimativas populacionais da perda auditiva em nosso país. Informações sobre a interação da exposição ao ruído ocupacional e do hábito de fumar para a perda auditiva poderá subsidiar ações preventivas com alto potencial de casos da doença que podem ser evitados ou minimizados.

Referências

1. Alberti PW. Noise - the most ubiquitous pollutant. *Noise Health* 1998;**1**:3-5.
2. Arlien-Soborg P, Zilstorff K, Grandjean B, Milling Pedersen L. Vestibular dysfunction in occupational chronic solvent intoxication. *Clin Otolaryngol* 1981;**6**:285-290.
3. Beria JU, Raymann BCW, GIGANTE LP, Figueiredo AL, et al. Perda auditiva incapacitante e fatores sócio-econômicos: um estudo de base populacional em Canoas, RS, Brasil. *Rev Soc Bras Fonoaud* [suplem. especial]. Anais do XII Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, 2004, Foz do Iguaçu, Brasil.
4. Boettcher FA, Gratton MA, Schmiedt RA. Effects of noise and age on the auditory system. *Occup Med* 1995;**10**:577-591.
5. Borgerding MF, Bodnar JA, Chung HL, et al: Chemical and biological studies of a new cigarette that primarily heats tobacco. Part 1 – Chemical composition of mainstream smoke. *Food and chemical toxicology* 36: 169-82, 1997.
6. BRASIL. Portaria 3214 de 08.06.78. Aprova as NR do cap. V. Título II, da CLT, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. NR-15, anexos I e II. 08.06.78; NR-9 de 30.12.94.
7. Browning GG, Gatehouse S, Lowe GD. Blood viscosity as a factor in sensorineural hearing impairment. *Lancet* 1986;**1**:121-123.
8. Checkoway H, Pearce N, Kriebel D. Research methods in occupational epidemiology. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2004
9. Chen GD, Fechter LD: Potentiation of octave band noise induced auditory impairment by carbon monoxide. *Hear Res* 1999;**132**: 149-159.
10. Cherek DR: Effects of acute exposure to increased levels of background industrial noise on cigarette smoking behavior. *Int Arch Occup Environ Health* 56(1): 23-30, 1985.
11. Clark K, Sowers M, Wallace RB & Anderson C. The accuracy of self-reported hearing loss in women aged 60-85. *Am J Epidemiol* 1991; **134**:704-708.
12. Clark WW, Bohne BA. Effects of noise on hearing. *JAMA* 1999;**281**:1658-1659.

13. Cruickshanks KJ, Klein R, Klein BEK, Wiley TL, Nondahl DM, Tweed TS. Cigarette smoking and hearing loss: the epidemiology of hearing loss study. *JAMA* 1998;**279**:1715-1719.
14. Darroch J. Biologic synergism and parallelism. *Am J Epidemiol* 1997;**145**:661-668.
15. Davis AC. The prevalence of hearing impairment and reported hearing disability among adults in Great Britain. *Int J Epidemiol* 1989; **18**:911-917.
16. Dengerink HA, Lindgren FL, Axelsson A. The interaction of smoking and noise on temporary threshold shifts. *Acta Otolaryngol* 1992;**112**:932-938.
17. Ferrite S, Santana VS. Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occup Med (Lond)* 2005;**55**:48-53.
18. Fetcher LD, Young JS, Carlisle L: Potentiation of noise induced threshold shifts and hair cell loss by carbon monoxide. *Hear Res* 34: 39-48, 1988.
19. Friedman GD, Spiegelau AB, Seltzer CC: Cigarette smoking and exposure to occupational hazards. *Am J Epidemiol* 98(3): 175-83, 1973.
20. Gates GA, Cobb JL, D'Agostino RB, Wolf PA. The relation of hearing in the elderly to the presence of cardiovascular disease and cardiovascular risk factors. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1993;**119**:156-161.
21. Gates GA, Murphy M, Rees TS, Fraher A. Screening for handicapping hearing loss in the elderly. *J Fam Pract* 2003; **52**:56-62.
22. Gates, GA, Cooper, JC, Kannel, WB & Miller, NJ. Hearing in the elderly: the Framingham cohort, 1983-1985. Part I. Basic audiometric test results. *Ear Hear* 1990; **11**:247-256.
23. Greenland S, Brumback B. An overview of relations among causal modelling methods. *Int J Epidemiol* 2002;**31**:1030-1037.
24. Greenland S. Basic problems in interaction assessment. *Environ Health Perspect* 1993;**101(Suppl. 4)**:59-66.
25. Hawkins JE Jr. The role of vasoconstriction in noise-induced hearing loss. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1971;**80**:903-913.
26. Henderson D, Subramaniam M, Boettcher FA: Individual susceptibility to noise-induced hearing loss: an old topic revisited. *Ear Hear* **14**:152-168, 1993.
27. IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 1999. *Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios, PNAD - Síntese de Indicadores*, 1998. 5 Fevereiro 2001.

<http://www.ibge.net/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2001/default.shtml/>>

28. Itoh A, Nakashima T, Arao H, *et al.* Smoking and drinking habits as risk factors for hearing loss in the elderly: epidemiological study of subjects undergoing routine health checks in Aichi, Japan. *Public Health* 2001;**115**:192-196.
29. Johansson MS, Arlinger SD. Prevalence of hearing impairment in a population in Sweden. *Int J Audiol* 2003;**42**:18-28.
30. Karlsmose B, Lauritzen T, Engberg M, Parving A. A five-year longitudinal study of hearing in a Danish rural population aged 31-50 years. *Br J Audiol* 2000;**34**:47-55.
31. Kupper LL, Hogan MD. Interaction in epidemiologic studies. *Am J Epidemiol* 1978;**108**:447-453.
32. Lacerda A, Leroux T, Morata T. Efeitos ototóxicos da exposição ao monóxido de carbono: uma revisão. *Pró-Fono* 2005;**17**:403-412.
33. Last JM, ed. *A dictionary of epidemiology*. 3rd ed. New York, NY: Oxford University Press, 1995; 164-165.
34. Laukli E, Hansen PW. An audiometric test battery for the evaluation of occupational exposure to industrial solvents. *Acta Otolaryngol* 1995;**115**:162-164.
35. Lowe GD, Drummond MM, Forbes CD, Barbenel JC. The effects of age and cigarette smoking on blood and plasma viscosity in men. *Scott Med J* 1980;**25**:13-17.
36. Maffei G, Miani P. Experimental tobacco poisoning. Resultant structural modifications of the cochlea and tuba acustica. *Arch Otolaryngol* 1962;**75**:386-396.
37. Maldonado G, Greenland S. Estimating causal effects. *Int J Epidemiol* 2002;**31**:422-429.
38. Marini ALS, Halpern R; Aerts D. Sensibilidade, especificidade e valor preditivo da queixa auditiva. *Rev Saúde Pública* 2005;**39**:982-984.
39. Miranda CR, Dias CR, Pena PGL, *et al*: Surdez ocupacional em trabalhadores industriais da região metropolitana de Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia* **64**:109-14, 1998.

40. Mizoue T, Miyamoto T, Shimizu T. Combined effect of smoking and occupational exposure to noise on hearing loss in steel factory workers. *Occup Environ Med* 2003;**60**:56-59.
41. Morata TC, Lemasters GK. Epidemiologic considerations in the evaluation of occupational hearing loss. *Occup Med* 1995;**10**:641-656.
42. Morata TC. Chemical exposure as a risk factor for hearing loss. *J Occup Environ Med* 2003;**45**:676-682.
43. Nakanishi N, Okamoto M, Nakamura K, Suzuki K, Tatara K. Cigarette smoking and risk of hearing impairment: a longitudinal study in Japanese male office workers. *J Occup Environ Med* 2000;**42**:1045-1049.
44. Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med* 2005; **48**(6):446-458.
45. Nepomuceno JA. Avaliação da exposição ao ruído. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, et al (Org): *Perda auditiva induzida pelo ruído*. Porto Alegre: Bagagem, 1997.
46. Nomura K, Nakao M, Morimoto T. Effect of smoking on hearing loss: quality assessment and meta-analysis. *Preventive Medicine* 2005;**40**:138-144.
47. Nondahl DM, Karen JC, Wiley TL, Tweed TS, Klein R & Klein BEK. Accuracy of self-reported hearing loss. *Audiology* 1998; **37**:295-301.
48. Noorhassim I, Rampal KG. Multiplicative effect of smoking and age on hearing impairment. *Am J Otolaryngol* 1998;**19**:240-243.
49. Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, et al. Atualização sobre os documentos do Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva. In: Nudelmann AA, Costa EA, Seligman J, et al (Org): *Perda auditiva induzida pelo ruído – vol II*. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.
50. Obuchowski NA, Zhou X-H. Prospective studies of diagnostic test accuracy when the disease prevalence is low. *Biostatistics* 2002;**3**(4):477-492.
51. Palmer KT, Griffin MJ, Syddall HE, Coggon D. Cigarette smoking, occupational exposure to noise, and self reported hearing difficulties. *Occup Environ Med* 2004;**61**:340-344.
52. Pearce N. Analytical implications of epidemiological concepts of interaction. *Int J Epidemiol* 1989;**18**:976-980.

53. Phaneuf R, Hetu R: An epidemiological perspective of the causes of hearing loss among industrial workers. *J Otolaryngol* **19**:31-40, 1990.
54. Reuben DB, Walsh K, Moore AA, Damesyn M & Greendale GA. Hearing loss in community-dwelling older persons: national prevalence data and identification using simple questions. *J Am Geriatric Soc* 1998; **46**: 1008-1011.
55. Rothman K, Greenland S. *Modern Epidemiology*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998; 738pp.
56. Shafey O, Dolwick S, Guindon GE (eds). *Tobacco control country profiles*. 2nd ed. Atlanta: American Cancer Society, UICC, WHO, 2003.
57. Sharabi Y, Reshef-Haran I, Burstein M, Eldad A. Cigarette smoking and hearing loss: lessons from the young adult periodic examinations in Israel (YAPEIS) database. *Isr Med Assoc J* 2002;**4**:1118-1120.
58. Sindhusake D, Mitchell P, Smith W, Golding M, Newall P, Hartley D, Rubin G. Validation of self-reported hearing loss. The Blue Mountains Hearing Study. *Int J Epidemiol* 2001;**30**:1371-1378.
59. Starck J, Toppila E, Pyykkö I. Smoking as a risk factor in sensory neural hearing loss among workers exposed to occupational noise. *Acta Otolaryngol (Stockh)* **119**:302-305, 1999.
60. Sulkowski WJ; Kowalska S; Matyja W; Guzek W; Wesolowski W; Szymczak W; Kostrzewski P. Effects of occupational exposure to a mixture of solvents on the inner ear: a field study. *Int J Occup Med Environ Health* 2002;**15**:247-256.
61. Thompson WD. Effect modification and the limits of biological inference from epidemiologic data. *J Clin Epidemiol* 1991;**44**:221-232.
62. USA. Department of Health & Human Services. Toxicological profile for benzene. USA agency for toxic substances and disease registry, 1995.
63. Valete-Rosalino CM, Rozenfeld S. Triagem auditiva em idosos: comparação entre auto-relato e audiometria. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2005;**71**(2):193-200.
64. Virokannas H, Anttonen H. Dose-response relationship between smoking and impairment of hearing acuity in workers exposed to noise. *Scandinavian Audiology* **24**:211-216, 1995.
65. Ward WD. Endogenous factors related to susceptibility to damage from noise. *Occup Med* **10**:561-575, 1995.

66. Wilson DH, Walsh PG, Sanchez L, Davis AC, et al. The epidemiology of hearing impairment in an Australian adult population. *Int J Epidemiol* 1999;**28**:247-252.
67. World Health Organization. *WHO Calls on Private Sector to Provide Affordable Hearing Aids in Developing World*. WHO/34, 11 July 2001.
68. Wünsch Filho V. Perfil epidemiológico dos trabalhadores. *Rev Bras Med Trab* 2004;**2**:103-117.
69. Zhang FF, Michaels DC, Mathema B, Kauchali S, Chatterjee A, et al. Evolution of epidemiologic methods and concepts in selected textbooks of the 20th century. *Präventivmed* 2004;**49**:97–104.

Apêndice 2. Convite para a audiometria

Frente

NOME: _____	Controle: Área _____ Fam _____ Ind _____
CONVITE	
<p>Você está ouvindo bem? O(A) Sr(a), que vem participando da nossa pesquisa, foi uma das pessoas sorteadas para realizar um <u>exame de audição, gratuitamente</u>, na UFBA. Parabéns! O resultado do seu exame vai nos ajudar a saber como está a audição da população de Salvador. Por isso, é muito importante para nós que você aceite o convite, mesmo que escute bem. Nem sempre a pessoa percebe quando um problema de audição está começando. Se por acaso você já fez este exame, aproveite a oportunidade para uma nova avaliação.</p> <p>A audiometria é um exame simples que não causa dor nem desconforto. Em um lugar silencioso, você vai usar fones e um microfone para se comunicar com a fonoaudióloga. Através dos fones, vai ouvir sons, e alguns serão bem fracos, exatamente porque o objetivo é descobrir os sons mais baixos que você é capaz de ouvir. Em vinte minutos você saberá o resultado e poderá levar uma cópia.</p> <p>O local do exame fica no prédio do Instituto de Ciências da Saúde (ICS/UFBA), av. Reitor Miguel Calmon, Vale do Canela, ao lado da Faculdade de Medicina. Clínica CEDAF – Centro Docente Assistencial de Fonoaudiologia.</p> <p>Por ser uma pesquisa de saúde, estaremos reembolsando seus custos com transporte coletivo, no ato do exame, mediante a apresentação deste convite, e de um documento de identidade original com foto.</p> <p>Este convite é pessoal e intransferível. Caso haja uma pessoa da família, ou amiga, que precise realizar o exame, você pode trazer nome e contato, no dia do seu exame, e nós agendaremos horário para o atendimento.</p> <p>Qualquer DÚVIDA – Ligue 3245-0544 e fale c/ Rosane, Renata, Ângela ou Célia, do PISAT / ISC / UFBA.</p>	
EXAME: DIA ____ / ____ / ____ HORA _____ Marcado por: _____	

Verso

<p><u>Como chegar</u></p> <p>Endereço: Instituto de Ciências da Saúde (ICS) - UFBA, av. Reitor Miguel Calmon, s/n, Vale do Canela.</p> <p>Referências: O prédio fica entre a Faculdade de Medicina e o Centro Médico do Vale.</p> <p>De ônibus:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ para quem vêm pelo Vale do Canela, em direção à Contorno, pode descer tanto no ponto do Centro Médico do Vale como da Faculdade de Medicina. O prédio fica entre os dois. ✓ para quem vêm da Contorno, no sentido da Centenário, descer em frente aos prédios da UFBA no Vale do Canela e atravessar a rua. O prédio fica em frente. ✓ para quem vêm pelo Campo Grande ou Canela, pode descer na Reitoria da UFBA (mesmo ponto do Hospital das Clínicas) e descer a ladeira. No pé da ladeira, desça por um dos caminhos ou escadas que dão no Vale do Canela. Lá embaixo, continue em frente em direção aos prédios da Universidade. O prédio onde será realizado o exame é o primeiro que irá encontrar. <p>Obs: Caso tenha dúvidas, pergunte, pois nas imediações todos saberão informar como chegar ao “ICS”. Quando chegar ao prédio, procure o CEDAF – Centro Docente Assistencial de Fonoaudiologia. Estaremos te esperando.</p>
--

Apêndice 3. Questionário de Saúde Auditiva – Q.S.A.

(“Bloco 4 - AUDIÇÃO As perguntas agora são sobre a sua audição...”)

1. “Você sente que você tem uma perda auditiva?” (diminuição na audição)
 0. Não *Pule para Questão 4*
 1. Sim
 9. Não sabe *Pule para Questão 4*

2. Com que idade começou esse problema? | ___| ___| anos

3. Esse problema apareceu repentinamente, um dia ouvia bem e no dia seguinte não?
 0. Não
 1. Sim
 9. Não sabe

4. “Em geral, você diria que sua audição é...”
 0. Excelente
 1. Muito boa
 2. Boa
 3. Regular
 4. Ruim

5. Atualmente, você acha que...
 0. Ouve da mesma forma que ouvia antes
 1. Apenas o ouvido DIREITO ouve MENOS do que antes
 2. Apenas o ouvido ESQUERDO ouve MENOS do que antes
 3. Os dois ouvidos ouvem MENOS do que ouviam antes
 9. Não sabe

6. “Se uma pessoa **sentada do seu lado DIREITO**, fala com você, num lugar silencioso, você compreende o que falaram...”
 0. Sem dificuldades
 1. Com pequena dificuldade
 2. Com média dificuldade
 3. Com grande dificuldade
 4. Não compreende

7. “Se uma pessoa **sentada do seu lado ESQUERDO**, fala com você, num lugar silencioso, você compreende o que falaram...”
 0. Sem dificuldades
 1. Com pequena dificuldade
 2. Com média dificuldade
 3. Com grande dificuldade
 4. Não compreende

8. Já saiu secreção amarela (pus) do seu ouvido por mais de 20 dias?
 0. Não
 1. Sim

9. Já fez alguma cirurgia no ouvido?
 0. Não
 1. Sim

10. Já fez uma consulta médica por causa do seu ouvido?
 0. Não ... *Pule para Questão 13*
 1. Sim

11. O médico disse que o tímpano estava “furado”?
 0. Não
 1. Sim

12. O médico disse que você precisava fazer uma cirurgia no ouvido?

0. Não 1. Sim
-

13. Nos últimos 12 meses, você sentiu algum zumbido, como uma zoadada de apito ou chiado, nos ouvidos ou na cabeça?

0. Não **Pule para Questão 22**
 1. Sim
 9. Não sabe **Pule para Questão 22**

14. Com que idade começou a sentir esse zumbido? | ___| ___| anos

15. “Nos últimos 12 meses, você sentiu algum zumbido, como uma zoadada de apito ou chiado, nos ouvidos ou na cabeça, que tenha durado 5 minutos ou mais?”

0. Não ... **Pule para Questão 22**
 1. Sim
 9. Não sabe ... **Pule para Questão 22**

16. Você diria que esse zumbido se parece mais com...

0. Um som grosso* 1. Um som fino*
 9. Não sabe

17. Você diria que SENTE esse zumbido...

0. Raramente 1. Uma vez na semana 2. Uma / algumas vezes ao dia 3. Quase o tempo todo 4. O tempo todo

18. Quanto esse zumbido incomoda você?

0. Não incomoda 1. Pouco 2. Médio 3. Muito

19. Ouvir esse zumbido faz você se sentir “para baixo”?

0. Nunca 1. Raramente 2. Algumas vezes
 3. Frequentemente 4. Quase sempre

20. Quando você tenta dormir, o zumbido “aparece”?

0. Nunca 1. Raramente 2. Algumas vezes
 3. Frequentemente 4. Quase sempre 5. Sempre

21. Ao sair de um lugar barulhento, o zumbido “aparece” ou fica mais forte?

0. Não 1. Sim 9. Não sabe
-

22. “Você já trabalhou em algum ambiente com muito barulho onde seria preciso gritar para que um colega a um metro de distância pudesse ouvir?”

0. Não ... **Pule para Questão 29**
 1. Sim
 9. Não sabe ... **Pule para Questão 29**
 88. Não se aplica... **Pule para Questão 29**

23. Com que idade começou a trabalhar em ambiente com barulho? | ___| ___| anos

24. Em sua vida, trabalhar exposto a barulho acontecia/acontece geralmente...

0. Só alguns dias no ano 1. Poucos meses no ano
 2. Quase o ano todo 3. O ano todo

25. Quantas horas no dia, em média, ficava/fica exposto a esse tipo de barulho?

| ___ | ___ | horas

26. Em sua vida, por quanto tempo você trabalhou em ambientes assim?

| ___ | ___ | anos | ___ | ___ | meses

27. Considerando todo o período pelo qual trabalhou em ambiente com barulho, você diria que usou o protetor auditivo...

0. Sempre 1. Quase sempre 2. Mais da metade desse período
3. Menos da metade desse período 4. Raramente 5. Nunca

28. Nos últimos 12 meses, você trabalhou em ambiente com esse tipo de barulho?

0. Não 1. Sim

29. Você costuma/costumava ficar próximo a caixas de som com volume muito alto, por 1 hora ou mais, em clubes, shows, festas, carnaval ou cultos religiosos?

0. Nunca 1. Raramente 2. Algumas vezes
3. Frequentemente 4. Sempre

30. Você costuma/costumava usar fone de ouvido com volume tão alto que as pessoas próximas conseguem/conseguiram escutar?

0. Nunca 1. Raramente 2. Algumas vezes
3. Frequentemente 4. Sempre

31. Você já atirou com arma de fogo sem proteção no ouvido?

0. Não 0. Uma vez 1. Algumas vezes 2. Muitas vezes

32. Já aconteceu de alguma bomba estourar perto do seu ouvido com um som muito forte?

0. Não 0. Uma vez 1. Algumas vezes 2. Muitas vezes

33. Costuma/costumava ter contato com solventes FORA do trabalho? (ex: removedor de tinta, tinner, varsol, querosene, gasolina)

0. Nunca 1. Raramente 2. Algumas vezes
3. Frequentemente 4. Sempre

34. Você já teve contato com solventes na sua vida de trabalho? (comuns em gráficas, pinturas em geral, posto de gasolina e em algumas indústrias)

0. Nunca ... *Pule para Questão 37*
1. Raramente ... *Pule para Questão 37*
2. Algumas vezes
3. Frequentemente
4. Sempre
9. Não sabe ... *Pule para a Questão 37*
88. Não se aplica... *Pule para a Questão 37*

35. Com que idade começou a trabalhar em contato com solventes? | ___ | ___ | anos

36. Em sua vida, por quanto tempo trabalhou em contato com solventes?

| ___ | ___ | anos | ___ | ___ | meses

37. Na sua família (irmãos, pais ou filhos), alguém tem dificuldade para ouvir?

0. Não 1. Apenas idosos (+ de 65 anos) 2. Sim 9. Não sabe

38. Você já fez um exame chamado audiometria?

0. Não ... *Pule para o Bloco 5*

1. Sim, uma vez ... *Pule para a Questão 40*

2. Sim, mais que uma vez

9. Não sabe ... *Pule para o Bloco 5*

39. Pelo que você sabe, o resultado da última audiometria mostrou...

0. Audição normal 1. Algum problema auditivo 9. Não sabe

40. Pelo que você sabe, o resultado da sua primeira audiometria mostrou...

0. Audição normal 1. Algum problema auditivo 9. Não sabe

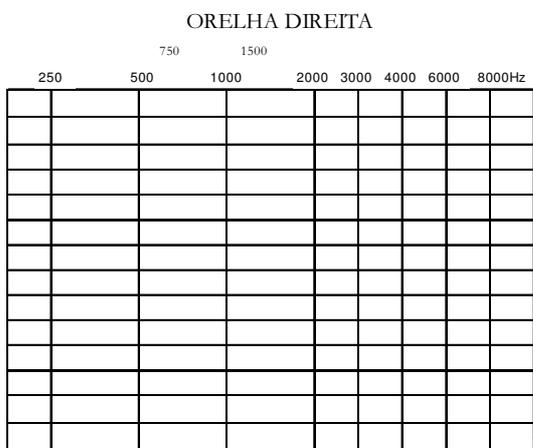
Apêndice 4. Formulário de exame



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CENTRO DOCENTE ASSISTENCIAL DE FONOAUDIOLOGIA
SETOR DE AUDIOLOGIA

EXAME AUDIOLÓGICO

NOME: _____ DATA EXAME: _____
 SOLICITAÇÃO: Pesquisa 048-06 CEP-ISC-UFBA DN: _____ IDADE: _____
 AUDIÔMETRO: _____ IMITANCIÔMETRO: _____ CALIBRAÇÃO: _____
 EXAMINADOR: _____ CRFa: _____



MASCARAMENTO (NB) na OE para VA Mín/Máx: _____
 para VO Mín/Máx: _____



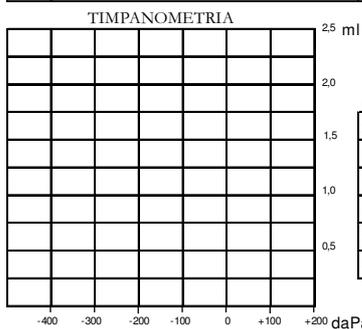
MASCARAMENTO (NB) na OD para VA Mín/Máx: _____
 para VO Mín/Máx: _____

ACUMETRIA (diapasão 512 Hz)

OD	Weber				OE
	Rinne				
	WEBER AUDIOMÉTRICO				
	500	1000	2000	4000	

	LRF	LDF	Masc. SN
OD	dB	dB	
OE	dB	dB	

IRF	Intensidade	Monossilabos	Dissílabos	Trissílabos	Masc. SN
OD	dB	%	%	%	
OE	dB	%	%	%	



FUNÇÃO TUBÁRIA

ORELHA -	
Início	daPa
1ª deg.	
2ª deg.	
3ª deg.	
4ª deg.	

PESQUISA DOS REFLEXOS ACÚSTICO-ESTAPEDIANOS

Contralateral O. DIREITA					Contralateral O. ESQUERDA				
Hz	CONTRA	DIF	Decay	IPSI-E	Hz	CONTRA	DIF	Decay	IPSI-D
500					500				
1000					1000				
2000					2000				
4000					4000				
SONDA NO MAE ESQUERDO					SONDA NO MAE DIREITO				

OD: Curva tipo ___ OE: Curva tipo ___

Observações

Os resultados obtidos indicam

Apêndice 5. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Estudo 1)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE COLETIVA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____ sei que fui **selecionado por sorteio** para realizar audiometria como parte da pesquisa “Validação da Perda Auditiva Auto-Referida”, de responsabilidade da pesquisadora Sílvia Ferrite Guimarães. O **objetivo da pesquisa** está relacionado à busca de alternativas ao exame para conhecer a condição auditiva de um número grande de pessoas, de forma rápida, barata e confiável, para facilitar novas pesquisas sobre o tema. Fui informado que **a audiometria é** um exame simples, indolor, e que **não é esperado** que eu sinta desconforto, nem que ocorram quaisquer danos à minha pessoa. O **objetivo do exame** é descobrir quais os sons mais fracos que eu consigo ouvir. Para tanto, usarei fones e um microfone, em uma cabine silenciosa. Estou ciente de estou realizando o exame de audição **sem efetuar pagamento** pelo serviço, **sem receber** qualquer tipo de remuneração, mas **estou sendo ressarcido do valor do transporte coletivo** urbano (ida e volta; em dinheiro). Fui informado que **meu nome não aparecerá** na pesquisa e o resultado do meu exame **será mantido em sigilo**. Sei também que **receberei uma cópia do resultado** após a conclusão do exame. **Além deste benefício**, sei que a população também receberá benefícios indiretos pela aplicação dos resultados para melhor cuidar da saúde auditiva de todos. No caso do fonoaudiólogo verificar um problema de audição, eu **serei informado**, e receberei **orientação e encaminhamento para agendamento de consulta médica** especializada no serviço público, se necessário. Também estou ciente de que poderei **deixar de participar** da pesquisa a qualquer momento, sem que haja constrangimento ou qualquer tipo de penalização. Caso eu tenha alguma dúvida, poderei entrar em **contato** com a pesquisadora (Sílvia Ferrite), equipe responsável (Rosane Oliveira, Renata Sousa) ou com o Comitê de Ética (Sílvia Lessa) pelos telefones 3336-0034 ou 3245-0544.

Após ter sido informado, e esclarecido em minhas dúvidas, estou de acordo em participar desta pesquisa, e por isso, assino abaixo.

Assinatura

_____/_____/_____
Data

Ass. Pesquisador / Profa. Sílvia Ferrite Guimarães

ANEXO 4

Ferrite, S. Modelos aditivo e multiplicativo & Interação biológica. Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, ISC, UFBA, 2006. [texto didático]

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE SAÚDE COLETIVA
Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva
Doutorado em Saúde Pública

Modelos Aditivo e Multiplicativo & Interação Biológica

Texto Didático

Silvia Ferrite

Salvador, 2006

APRESENTAÇÃO

Este texto é apresentado como um dos trabalhos exigidos pela disciplina ISC 601 – Seminários Avançados em Metodologia Epidemiológica, componente do Doutorado em Saúde Pública, Programa de Pós-Graduação do Instituto de Saúde Coletiva da Universidade Federal da Bahia.

Na sua elaboração, optei por concentrar a produção no tema metodológico, por entender que este é o propósito da disciplina, e ainda por ter considerado mais produtivos os seminários que mantiveram o enfoque nas respectivas questões de método. A investigação e a discussão aqui apresentadas, apesar de não esgotarem as possibilidades de aprofundamento no tema, poderão potencialmente ser aplicadas a outros projetos que tenham como objetivo principal analisar a hipótese de interação biológica.

Outra opção individual resulta na apresentação do texto em formato tentativamente didático. Desta forma, explicito o caminho que trilhei na compreensão desse objeto de estudo e, após as devidas correções e recomendações de colegas e professores, o texto poderá contribuir como leitura complementar na disciplina *Métodos de análise epidemiológica I*, na dependência da indicação pelo corpo docente.

INTRODUÇÃO

Se um grupo de indivíduos está exposto a fatores por hora denominados A e B, em risco de desenvolver a doença D, esta condição irá gerar respostas diferenciadas, que sustentam a classificação de subgrupos teoricamente distintos. O primeiro deles seria constituído pelos sujeitos que, apesar de expostos, continuaram sadios. Os dois seguintes, respectivamente, pelos que desenvolveram a doença devido ao fator A, e pelos que desenvolveram pelo fator B. Um quarto subgrupo seria composto por aqueles indivíduos em que a doença decorreu da exposição a ambos fatores, A e B. Estes não desenvolveriam D apenas por uma das exposições, pois não são susceptíveis ao fator A, na ausência de B, nem são susceptíveis ao fator B, na ausência de A. Mas são, por sua vez, susceptíveis ao efeito que resulta da combinação dos dois fatores.

Na suposição acima, o efeito combinado de duas exposições produz casos de doença que não ocorreriam pelo efeito isolado de cada fator, corroborando conceitos sugeridos para a Interação Biológica. Na combinação entre fatores, podem ocorrer diferentes relações como, por exemplo, a de antagonismo, quando um deles, ou ambos, age de forma protetora frente à ação do fator complementar, evitando a doença. Neste texto, o foco está no sinergismo, ou seja, quando ambos precisam estar presentes para que o efeito ocorra, e mais especificamente, num cenário no qual tanto A quanto B são causas de D.

Adentrando no campo dos métodos, apresentam-se questões sobre como lidar com o tema. Teoricamente, no subgrupo quatro, citado acima, os dois fatores, A e B, compõem uma mesma causa suficiente, tendo efeitos interdependentes. Deve-se ressaltar que, embora a biologia da causalidade seja em muitos casos desconhecida, a hipótese de interação biológica requer fundamentação teórica. E então, soluções metodológicas podem ser empregadas na tentativa de analisar a hipótese de efeitos interdependentes. *Mas como pode ser verificada a presença destes casos “excedentes”?* Não obstante alguns possam hesitar frente à questão formulada, a mesma pergunta, ao ser apresentada em outros termos, suscita réplicas mais imediatas: *Como verificar se existe interação?*

Apesar do conjunto de respostas possíveis (e prováveis) incluir a verificação da Heterogeneidade de Efeitos na análise estratificada, e o uso do Termo de Interação, na análise de regressão, estas podem ser soluções inadequadas quando o objeto em estudo está sustentado em um mecanismo subjacente de Interação Biológica.

ANÁLISE DE INTERAÇÃO BIOLÓGICA

Retomando-se a questão:

Como pode ser verificada a presença de casos “excedentes”?

Os casos aqui denominados “excedentes” são aqueles decorrentes da ação combinada de duas exposições, ou seja, correspondem aos indivíduos que ficarão doentes quando expostos aos fatores A e B, mas não quando expostos a qualquer um deles isoladamente. Desta forma, sucintamente, o objetivo é identificar se existem achados compatíveis com o efeito combinado de dois fatores.

Supondo possível conduzir um estudo experimental, os fatores A e B seriam alocados de modo a viabilizar a constituição de quatro grupos de intervenção, representados pela seguinte notação:

Quadro 1 – Notação correspondente à exposição isolada e combinada de dois fatores.

Notação ¹	Fatores	Grupo
R ₀₀ :	A =0; B=0	Não exposto a qualquer dos fatores
R ₁₀ :	A =1; B=0	Exposto ao fator A, não exposto ao fator B
R ₀₁ :	A =0; B=1	Exposto ao fator B, não exposto ao fator A
R ₁₁ :	A =1; B=1	Exposto a ambos fatores, A e B

¹ “R” representa a medida: incidência, prevalência ou mortalidade.

Decorrido o período de acompanhamento previsto no estudo, seria calculada a incidência da doença para cada grupo. Considere-se, neste ponto, os dados fictícios da Tabela 1.

Tabela 1 – Incidência da doença D de acordo com os grupos de intervenção.

	Não Exposto	Exposto ao Fator A	Exposto ao Fator B	Exposto aos Fatores A e B
	(A = 0)	(A = 1)	(A = 0)	(A = 1)
Notação	(B = 0)	(B = 0)	(B = 1)	(B = 1)
	R ₀₀	R ₁₀	R ₀₁	R ₁₁
Incidência da Doença	2%	16%	8%	?

Propositalmente, não está descrita a incidência correspondente ao grupo em que foi alocada a exposição combinada. Isto se faz, pois, para que o resultado desta condição possa ser interpretado, é preciso adotar um pressuposto, um modelo que dê suporte à predição do comportamento esperado para o efeito de dois fatores. Qual a expectativa de incidência da doença D neste grupo se os fatores A e B tiverem ações apenas independentes? Em outras palavras, qual a proporção máxima de casos novos da doença D que ainda poderiam ser explicados pelas ações isoladas dos fatores estudados? Ou seja, é preciso estabelecer uma hipótese nula para a interação. Assim, o pesquisador poderá avaliar o efeito observado comparando-o com o efeito esperado.

O **Modelo Aditivo** (*Additive Model*) é aquele que para Rothman (1998) é baseado na “escala natural”. Seguindo o raciocínio anterior, com base nos dados da Tabela 1, pode-se observar que:

- a incidência da doença devido aos demais fatores que não A ou B corresponde à 2%, ou seja, o grupo R_{00} não sofreu intervenção, mas alguns indivíduos desenvolveram a doença D. Esta fração correspondente às causas não conhecidas (*background*) (Figura 1);
- a incidência da doença foi calculada em 16% no grupo apenas exposto ao fator A (R_{10}). Isto significa que a contribuição de A para a medida corresponde à 14% (16% menos 2%), uma vez que os indivíduos deste grupo tinham o mesmo risco de desenvolver D por outras causas;
- para o grupo exposto apenas ao fator B (R_{01}), a incidência foi 8%. Da mesma forma, pode-se dizer que a contribuição relativa de B corresponde à 6% (8% menos 2%).

A partir destes dados e em acordo com o modelo das causas suficientes, é possível estimar a incidência esperada para o grupo exposto a ambos fatores, R_{11} , na ausência de interação.

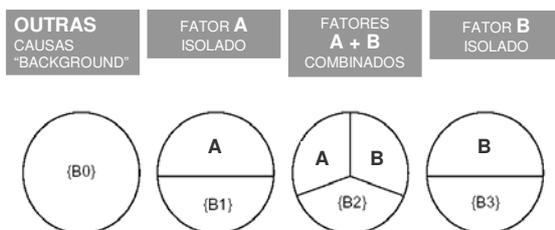


Figura 1 – Esquema das causas suficientes para ação isolada e combinada de dois fatores.

A incidência da doença D esperada no grupo alocado com a exposição combinada corresponde à soma das contribuições dos efeitos de A e B, respectivamente, $R_{10} - R_{00}$ e $R_{01} - R_{00}$, somada ao risco de desenvolver a doença por outras causas (R_{00}). Desta forma, a expressão

$$R_{11} = \underline{R_{10} - R_{00}} + \underline{R_{01} - R_{00}} + R_{00} \quad [E 1]$$

representa a hipótese nula de interação com base no Modelo Aditivo para análise de efeitos combinados. Ao ser expressa de outra forma [E 2], demonstra que a diferença de risco pela combinação dos fatores deve ser igual à soma das diferenças de risco por cada fator isolado.

$$\underline{R_{11} - R_{00}} = \underline{R_{10} - R_{00}} + \underline{R_{01} - R_{00}} \quad [E 2]$$

Aplicando ao exemplo da Tabela 1, calculamos que a incidência máxima esperada para o grupo exposto aos fatores A e B seria de 22%. Medidas superiores refletiriam casos excedentes, indicando afastamento do comportamento esperado para a ação independente de dois fatores, com base no modelo aditivo. Portanto, um resultado da medida de incidência $\leq 22\%$, para o grupo com alocação da exposição combinada, confirmaria a hipótese nula para interação sinérgica de A e B para D.

Por sua vez, a medida de associação também terá estimado o seu valor para a hipótese nula. Na Figura 2, observa-se o Risco Relativo (RR) calculado para cada um dos grupos de intervenção do experimento.

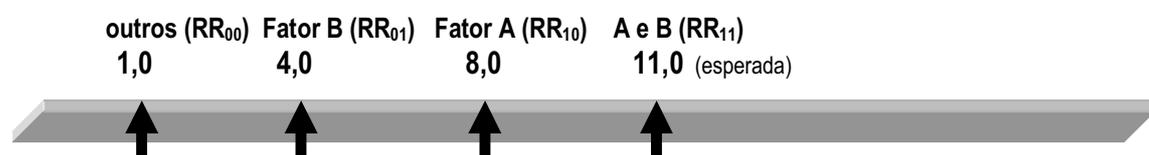


Figura 2 – Medidas do Risco Relativo correspondentes à ação isolada e combinada dos fatores A e B.

O RR esperado para o grupo de exposição combinada, na ausência de interação, pôde ser estimado pela soma dos excessos de risco, respectivamente $RR_{10} - 1$ e $RR_{01} - 1$, acrescida de 1 [E 3].

$$RR_{11} = \underline{RR_{10} - 1} + \underline{RR_{01} - 1} + 1 \quad [E 3]$$

O que pode ser expresso, alternativamente, como

$$\underline{RR_{11} - 1} = \underline{RR_{10} - 1} + \underline{RR_{01} - 1}. \quad [E 4]$$

Este é o efeito esperado utilizando-se como pressuposto o modelo aditivo, somamos as incidências e somamos os riscos. Neste contexto, a hipótese nula pode ser chamada de *aditividade*, e é coerente com a afirmativa de que A e B não são responsáveis por produzir mais casos da doença além daqueles esperados pela soma de suas ações isoladas. A *aditividade* pressupõe não haver relação de interdependência entre os efeitos dos fatores.

Da mesma forma que foi interpretada a hipótese nula da medida de morbidade, um $RR \leq 11$, derivado do grupo com alocação da exposição combinada, demonstraria a ausência de efeito sinérgico entre os fatores A e B para D. Valores superiores refletiriam casos excedentes aos esperados de acordo com o modelo aditivo para efeitos combinados. Esta condição caracteriza os **afastamentos do modelo aditivo** (*departures from additivity*). O fato, verificado pela medida de morbimortalidade ou de associação, é representado pelas expressões a seguir, respectivamente.

$$\underline{R_{11} - R_{00}} > \underline{R_{10} - R_{00}} + \underline{R_{01} - R_{00}} \quad [E 5]$$

$$\underline{RR_{11} - 1} > \underline{RR_{10} - 1} + \underline{RR_{01} - 1}. \quad [E 6]$$

Resultados que se ajustam a E5 e E6 demonstram que o efeito combinado produz mais casos de doença do que a expectativa baseada na aditividade. Estes casos excedentes caracterizam o sinergismo entre os efeitos de A e B na produção da doença.

No exemplo apresentado pela Tabela 1, caso a incidência da doença D no grupo com alocação combinada seja maior que 22%, ou analisando-se pela medida de associação, o RR seja maior que 11, verificar-se-á afastamento do modelo aditivo, o que indica interação entre A e B para a doença, subsidiada pela interdependência nos mecanismos de ação. Este mecanismo deve sempre ser discutido com base em fundamentos teóricos.

Para introduzir o **Modelo Multiplicativo**, seguem os dados de um estudo real a ser analisado pelas duas abordagens, aditiva e multiplicativa. Os fatores estudados – exposição a asbestos e hábito de fumar – têm efeito sinérgico amplamente estudado para o câncer de pulmão. No estudo, foram apresentadas as seguintes taxas de mortalidade por câncer (p/ 100.000 pessoas-ano).

OUTRAS "BACKGROUND"	ASBESTOS ISOLADO	SMOKING ISOLADO	SMK + ASB COMBINADOS
11	58	123	602

Hammond EC et al. Asbestos exposure, cigarette smoking and death rates. *Annals NY Acad Sci* 1979; 330: 473-90
[dados apresentados por Schoenbach, 2001]

Torna-se necessária a estimativa da mortalidade esperada de acordo com o pressuposto do modelo aditivo para que seja conduzida a comparação com os dados observados. Assim, utilizando E1, temos:

$$R_{11} = \underline{58 - 11} + \underline{123 - 11} + 11$$

$$R_{11} = \underline{170}$$

Verifica-se, portanto, 432 casos excedentes (602 menos 170) na taxa de mortalidade observada no grupo que foi exposto aos dois fatores, o que demonstra importante afastamento do modelo aditivo, e assim, caracteriza interação entre asbestos e hábito de fumar na produção de óbitos por câncer de pulmão.

A estimativa da medida relativa esperada poderia ser conduzida utilizando-se as Razões de Mortalidade (RM), respectivamente:

OUTRAS "BACKGROUND"	ASBESTOS ISOLADO	SMOKING ISOLADO	SMK + ASB COMBINADOS
1,0	5,3	11,2	54,7

Utilizando-se a expressão E3, temos que, de acordo com o modelo aditivo a RM deveria ser:

$$RM_{11} = \underline{5,3 - 1} + \underline{11,2 - 1} + 1$$

$$RM_{11} = \underline{15,5}$$

A RM observada no estudo (54,7) excede em grande magnitude a expectativa no pressuposto do modelo aditivo. Da mesma forma, configura-se a interação, o efeito combinado entre os fatores.

Outro pressuposto utilizado para analisar interações é o **Modelo Multiplicativo**. Neste modelo, espera-se que a RR – aqui representando as medidas relativas – pela combinação dos fatores seja igual à multiplicação das RR de cada fator isolado.

A expressão abaixo se refere à expectativa do efeito de dois fatores, na ausência de interação, com base no modelo multiplicativo.

$$RR_{11} = RR_{10} \times RR_{01} \quad [E 7]$$

O cálculo também pode ser conduzido, alternativamente, a partir das medidas de morbimortalidade:

$$R_{11} = R_{10} \times R_{01} / R_{00}. \quad [E 8]$$

Resultados iguais ou menores que os esperados indicariam fatores com efeitos apenas independentes na produção da doença, correspondendo à hipótese nula para interação, enquanto medidas superiores configurariam **afastamento do modelo multiplicativo** (*departures from multiplicativity*).

Aplicando-se aos dados do estudo de Hammond EC et al, estimaríamos a RM esperada de acordo com o modelo multiplicativo, como a seguir:

$$RM_{11} = 5,3 \times 11,2$$

$$RM_{11} = 59,4$$

e da mesma forma, estimaríamos a taxa de mortalidade:

$$R_{11} = 58 \times 123 / 11$$

$$R_{11} = 649.$$

Sabendo-se que a interação entre exposições na produção de uma determinada doença, no modelo multiplicativo, caracteriza-se pelo ajuste ao disposto a seguir:

$$RR_{11} > RR_{10} \times RR_{01} \quad [E 9]$$

$$R_{11} > R_{10} \times R_{01} / R_{00}. \quad [E 10]$$

E verificando-se que, na aplicação aos dados do estudo de Hammond EC et al, para os casos com história de exposição combinada a asbestos e fumo, são obtidas as seguintes condições *observadas* e *esperadas*, respectivamente, para a RM e para a taxa de mortalidade.

$$54,7 < 59,4$$

RM observada RM esperada pelo modelo multiplicativo

$$602 < 649$$

Mortalidade observada Mortalidade esperada pelo modelo multiplicativo

Observa-se que os resultados não atendem ao pressuposto do modelo multiplicativo para interação, indicando ações independentes das exposições estudadas para as mortes por câncer de pulmão. Não se verificando afastamento do predito pelo modelo multiplicativo, a interpretação seria de que não ocorreram óbitos excedentes potencialmente causados pela exposição combinada. Deve-se ressaltar que o planejamento das ações de prevenção e a perspectiva de redução de casos seriam distintos na dependência do pressuposto adotado.

Ao utilizar a mesma análise para o estudo experimental proposto no início do texto, é estimada incidência de 64% da doença D, no grupo de exposição a A e B, considerando-se a ausência de interação, ou seja, a hipótese nula para o efeito combinado destes fatores (Tabela 2).

Tabela 2 – Incidência da doença D nos grupos de intervenção de acordo com o modelo multiplicativo.

	Não Exposto	Exposto ao Fator A	Exposto ao Fator B	Exposto aos Fatores A e B
Incidência da Doença	2%	16%	8%	64% (esperado)

Ainda sob o pressuposto do modelo multiplicativo, a medida relativa esperada, RR_{11} , corresponderia ao que demonstra a Figura 3.

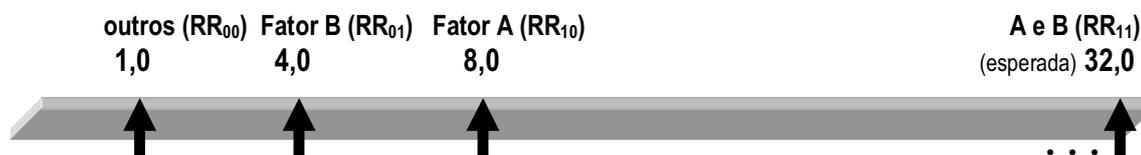


Figura 3 – Medidas do Risco Relativo correspondentes à ação isolada e combinada dos fatores A e B, de acordo com o modelo multiplicativo.

Assim, valores intermediários para a incidência ($22\% < I \leq 64\%$), relativos aos RR entre $11 < RR \leq 32$, apesar de serem interpretados como reflexo de casos “excedentes” sob o pressuposto do modelo aditivo, não o seriam no modelo multiplicativo.

Entre outras implicações, esta diferença influencia na estimativa de casos que poderiam ser evitados pelo controle/eliminação de um dos fatores da dupla em suposta interação. Utilizando os dados de Hammond EC et al, supracitados, pode ser estimado pelo modelo aditivo que, eliminada a exposição a asbestos, 47 óbitos em 100.000, $I_{10} - I_{00}$ ($58 - 11$) poderiam ser evitados entre os não fumantes e, entre os fumantes, $479/100.000$, $I_{11} - \hat{I}_{11} + I_{10} - I_{00}$ ou ($602 - 170 + 58 - 11$). Enquanto que, com base no modelo multiplicativo, teoricamente apenas os óbitos atribuídos à ação independente dos asbestos seriam evitados, tanto entre fumantes quanto entre não fumantes ($47/100.000$).

A partir da tabela abaixo, que apresenta dados de um caso hipotético elaborado por Pearce (2005), identifica-se e deve ser ressaltado outro ponto importante e que pode gerar equívocos de interpretação. Aplicando as abordagens aditiva e multiplicativa na análise do efeito destes fatores, potencialmente em interação para uma determinada doença, verifica-se, respectivamente, efeito combinado “mais que aditivo” entre fumo e asbestos para o câncer de pulmão ($35 R_{11} > 14 R_{10} + R_{01} - R_{00}$), contudo sem alcançar o predito pelo modelo multiplicativo ($35 R_{11} < 50 RR_{10} \times RR_{01}$). Estes resultados poderiam ser apresentados e discutidos pelo autor do hipotético estudo. No entanto, supondo que o autor optasse por analisar a interação empregando a medida da modificação do efeito dos asbestos para a associação entre fumo e câncer de pulmão ($RR=7,5$), encontraria entre os expostos a asbestos um $RR=7,0$ enquanto que para os não expostos, $RR=10,0$. Contemplados os requisitos para a inferência estatística, a exposição a asbestos poderia ser erroneamente identificada como protetor da associação principal, enquanto que, assumido o afastamento da aditividade, 60% (21) dos 35 casos de doença entre os indivíduos expostos a asbestos e fumo teriam sido consequência apenas da combinação de seus efeitos.

Caso hipotético			
Lung cancer risk per 1,000 people (and RR) in relation to exposure to cigarette smoke and asbestos			
		Asbestos	
		Yes	No
Smoking	Yes	35/1000 (35.0)	10/1000 (10.0)
	No	5/1000 (5.0)	1/1000 (1.0)
Rate difference		30/1000	9/1000
Rate ratio		7.0	10.0

(Fonte: Pearce, 2005, p.84)

Os dados do estudo de Mann et al, sobre a incidência de infarto do miocárdio e uso de contraceptivos orais, apresentados por Schoenbach (2001), constituem um bom exemplo para visualizar um possível equívoco caso as medidas relativas fossem consideradas sem o olhar cuidadoso dos autores. Na tabela está descrita a incidência do infarto (por 100.000 mulheres/ano) associada ao uso de contraceptivos orais, de acordo com a idade e o fumo. São apresentados os RRs, de acordo com as variáveis potenciais modificadoras de efeito e, à direita, o Risco Atribuível, representando a diferença de incidência entre usuárias ou não de contraceptivos orais:

**Relative versus Absolute Effects example Incidence of myocardial infarction (MI)
in oral contraceptive (OC) users per 100,000 women-years**

Age	Cigarettes/day	OC*	OC*	RR**	AR***
30-39	0-14	6	2	3	4
	15 +	30	11	3	19
40-44	0-14	47	12	4	35
	15 +	246	61	4	185

referência

Notes:

* Rate per 100,000 women-years

** RR=relative risk (rate ratio)

*** AR=attributable risk (rate difference)

Source: Mann *et al.* (presented in a seminar by Bruce Stadel)

(Fonte: Schoenbach, 2001, p.404)

Verifica-se proximidade entre os RRs estimados para a associação entre infarto e uso de contraceptivos orais (OC) nas diferentes categorias combinadas de idade e hábito de fumar. Contudo, são fortemente distintas as diferenças de risco observadas entre as não usuárias (OC) e usuárias, sendo gradativamente maiores com o avanço da idade e com a intensidade do hábito de fumar. A estabilidade das medidas relativas ocorre, simplesmente, porque para cada cálculo comparativo existe um novo grupo de referência. E este grupo carrega consigo o risco correspondente à(s) covariável(is) em análise.

Neste caso, há a necessidade de análise específica dos efeitos combinados, ainda que numa potencial interação de três fatores (*three-way interaction*). Os dados, como organizados a seguir, facilitam a análise e a compreensão dos cálculos:

Row	Age	Cigarettes/day	OC*	Observed Rate
1 Outras Causas	0: 30-39	0: 0-14	0: no	2
2 Fatores Isolados	0: 30-39	0: 0-14	1: yes	6
3	0: 30-39	1: 15 +	0: no	11
4	1: 40-44	0: 0-14	0: no	12
5 Fatores Combinados	0: 30-39	1: 15 +	1: yes	30
6	1: 40-44	0: 0-14	1: yes	47
7	1: 40-44	1: 15 +	0: no	61
8	1: 40-44	1: 15 +	1: yes	246

(Fonte: Schoenbach, 2001, p.405)

Para estimar o efeito esperado da combinação de três fatores, representando a hipótese nula para interação de acordo com o modelo aditivo ou multiplicativo, os cálculos seguem os mesmos princípios da estimativa para dois fatores.

A expectativa do efeito na presença das três exposições, de acordo com o modelo aditivo, pode ser assim expressa:

[E 11]

$$R_{111} = \underline{R_{001} - R_{000}} + \underline{R_{010} - R_{000}} + \underline{R_{100} - R_{000}} + 2R_{000}$$

o mesmo que, de forma reduzida,

[E 12]

$$R_{111} = R_{001} + R_{010} + R_{100} - 2R_{000}.$$

Aplicando aos dados do estudo, é observado afastamento do modelo aditivo:

$$R_{111} = 6 + 11 + 12 - 2(2)$$

$$R_{111} = 25$$

$$246 > 25$$

Pode-se, então, aplicar o cálculo correspondente ao esperado pelo modelo multiplicativo:

[E 13]

$$R_{111} = R_{001} \times R_{010} \times R_{100} / (R_{000})^2$$

E também se verifica afastamento deste modelo:

$$R_{111} = 6 \times 11 \times 12 / (2)^2$$

$$R_{111} = 198$$

$$246 > 198$$

Desta forma, considerando a plausibilidade biológica da hipótese, este resultado confirmaria a interação entre os três fatores, produzindo mais casos de infarto do miocárdio do que os esperados pela ação independente de cada um deles.

O mesmo raciocínio sustenta a análise dos subgrupos 5, 6 e 7, cujos indivíduos apresentam dois dentre os três fatores estudados. Para conhecer os efeitos combinados, novamente devem ser considerados os efeitos isolados de cada um deles, independentemente do modelo assumido, respectivamente aditivo (E 14) ou multiplicativo (E15). No exemplo, a análise do efeito do uso de contraceptivos orais e do fumo em mulheres mais jovens:

$$R_{011} = R_{001} + R_{010} - R_{000} \quad [E 14]$$

$$R_{011} = R_{001} \times R_{010} / R_{000} \quad [E 15]$$

Aplicando-se aos dados observados obtém-se a seguinte expectativa para a aditividade:

$$R_{011} = 6 + 11 - 2$$

$$R_{011} = \mathbf{15}$$

$$30 > 15 \quad (\text{afastamento do modelo aditivo})$$

Da mesma forma, a expectativa de acordo com o modelo multiplicativo:

$$R_{011} = 6 \times 11 / 2$$

$$R_{011} = \mathbf{33}$$

$$30 < 33 \quad (\text{o observado não excede a expectativa})$$

Como indicado nestes resultados, para R_{111} e R_{011} , verifica-se que cada conjunto de fatores pode se caracterizar por efeitos combinados de diferentes magnitudes: no último, um excesso de casos para a aditividade; no primeiro, uma magnitude ainda maior pelo excesso de casos com base na multiplicação dos riscos. A magnitude da interação pode ser assim demonstrada, ou seja, pela apresentação do modelo (afastamento do modelo) que melhor representa o efeito observado dos fatores na causação da doença.

Após o exposto sobre as possibilidades de abordagem inadequada quando utilizada a medida da modificação de efeito de uma covariável para a associação principal – inadvertidamente ou sem discussão posterior, na análise da hipótese de interação biológica –, cabe breve visita ao uso dos termos de interação nas análises de regressão.

A adição de logaritmos, como na expressão $\ln(R_{11}) = \ln(R_{01}) + \ln(R_{10}) - \ln(R_{00})$, é equivalente à multiplicação de seus argumentos. Assim, pode ser provocada certa confusão entre termos quando se diz que o modelo multiplicativo pode ser “aditivo” na escala logarítmica.

Como demonstra Schoenbach (2001), o modelo multiplicativo também pode estar expresso numa equação construída em escala aditiva, pela inserção de um termo de interação:

Additive model:

$$R_{11} = R_{10} + R_{01} - R_{00}$$

Additive model with interaction term:

$$R_{11} = R_{10} + R_{01} - R_{00} + R_{00} \times (RR_{10}-1) \times (RR_{01}-1)$$

Multiplying out the interaction term:

$$R_{11} = R_{10} + R_{01} - R_{00} + R_{00} \times RR_{10} \times RR_{01} - R_{00} \times RR_{10} - R_{00} \times RR_{01} + R_{00}$$

Dividing both sides by R_{00} :

$$RR_{11} = \cancel{RR_{10}} + \cancel{RR_{01}} - \cancel{1} + RR_{10} \times RR_{01} - \cancel{RR_{01}} - \cancel{RR_{10}} + \cancel{1}$$

Simplifying:

$$RR_{11} = \frac{RR_{10} \times RR_{01}}{1} = \text{the multiplicative model}$$

(Fonte: Schoenbach, 2001, p.403-4)

Assim, conduzir a análise por meio da regressão (log-linear) implicaria em assumir o modelo multiplicativo como pressuposto. Outro problema seria a necessidade de um modelo (de regressão) que mediasse a obtenção de estimativas dos efeitos isolados e combinados, visto que o foco não é a modificação que uma covariável impõe à associação principal. Como já demonstrado, se assim for conduzido, efeitos sinérgicos podem ser mascarados por uma análise equivocada. Estas são dificuldades metodológicas com as quais pode se defrontar o pesquisador que investiga uma hipótese de interação biológica onde se apresenta a necessidade da análise de múltiplas variáveis.

Naturalmente, para a avaliação da interação são desejáveis soluções que permitam a utilização das vantagens analíticas da regressão, contudo, focalizando a investigação na interdependência dos fatores com base no afastamento do modelo aditivo. Pearce (1989) indica o caminho, enfatizando que a análise deve se concentrar na estimativa dos efeitos isolados e combinados (*separate and joint effects*). Apesar de reconhecer que, neste tópico, a força e a plausibilidade da interação são mais importante do que a significância estatística, o autor recomenda que sejam apresentados os respectivos intervalos de confiança (IC), permitindo o acesso e a consequente avaliação crítica do estudo por outros pesquisadores. Segue um exemplo que demonstra as medidas relativas e os IC correspondentes para efeitos isolados e combinados de três variáveis para a redução da acuidade auditiva.

Table 2. Prevalence, prevalence ratios and 90% confidence intervals for the joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss

Variables ^a	N = 535	Prevalence (%)	Prevalence ratio	90% CI ^b
Referent				
Smoking = 0, noise = 0, age = 0	165	6.1	1.00	–
Isolated variables				
Smoking = 1, noise = 0, age = 0	26	7.7	1.27	0.37–4.32
Smoking = 0, noise = 1, age = 0	104	14.4	2.38	1.26–4.51
Smoking = 0, noise = 0, age = 1	41	24.4	4.02	2.04–7.92
Combined variables				
Smoking = 1, noise = 1, age = 0	34	29.4	4.85	2.49–9.46
Smoking = 0, noise = 1, age = 1	39	38.5	6.35	3.47–11.61
Smoking = 1, noise = 0, age = 1	57	45.6	7.53	4.31–13.14
Smoking = 1, noise = 1, age = 1	69	46.4	7.65	4.43–13.23

^a Smoking: 0 = never smoker, 1 = ever smoker; occupational noise exposure: 0 = no, 1 = yes; age range: 0 = 20–40 years of age, 1 = 41–55 years of age.

^b Mantel-Haenszel confidence intervals.

(Fonte: Ferrite; Santana, 2005, p.51)

Obtidas as medidas, estas poderão ser analisadas com base no excesso de casos pelo modelo aditivo. No entanto, como proceder para obter tais medidas, pontuais e de variância, na presença de outras variáveis potencialmente confundidoras? Como operacionalizar a inserção dos fatores com potencial efeito sinérgico num modelo de regressão e obter resultados interpretáveis sob a hipótese nula da aditividade? Checkoway, Pearce e Kriebel (2004) incluíram duas estratégias possíveis no capítulo “*Advanced Statistical Analysis*”, na segunda edição de seu livro. A primeira delas se baseia na equação de regressão acrescida de um termo de interação, a partir da qual demonstram como comparar os efeitos isolados e combinados utilizando cálculos com os valores de β das exposições A e B, e do termo de interação, posteriormente transformando-os em razões de risco interpretáveis e passíveis de avaliação pelo modelo aditivo. Ainda com base nos valores de β , apresentam equações que permitem estimar a variância que determinará os IC de cada medida. A segunda opção sugere a criação de três novas variáveis, *dummy*, que representam A (apenas), B (apenas) e A+B (a combinação), e que permitem a estimação dos respectivos ICs.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Confirmar a hipótese de interação apenas sob o pressuposto do modelo multiplicativo pode ser considerado, por certo ângulo, limitar a identificação de efeitos sinérgicos a algumas raras situações de combinação, depreciando outras que podem ser tão ou mais importantes para a saúde das populações. Uma pergunta a ser respondida é *qual a teoria que dá suporte ao modelo multiplicativo?* A adoção deste modelo por determinados estudos pode ter sido arbitrária, ou decorrente da disseminação do uso de análises com regressão. Desde que existam argumentos na plausibilidade biológica para efeitos interdependentes, e adequação a determinados requisitos para a condução da análise epidemiológica, a investigação deve partir do modelo correspondente à escala natural, a aditiva. No caso de afastamento do predito pelo modelo aditivo, pode ser conduzida a análise segundo o multiplicativo, mas com a intenção de caracterizar o efeito combinado dos fatores, por exemplo, demonstrando a sua magnitude. Ou seja, a hipótese nula para a interação seria correspondente à aditividade, coerentemente com a teoria das causas suficientes. Valores superiores configurariam afastamento do modelo aditivo, por vezes relatado como efeito combinado “mais que aditivo”. Esta situação caracterizaria potencial interação sinérgica entre os fatores em estudo. Neste ponto, seria recomendável a utilização de estimativas da magnitude dos afastamentos do modelo, como o percentual de excesso do RR esperado para a combinação dos fatores, ou a fração de excesso de casos, proposta por Walker (1981).

Por outro lado, parte dos estudos que se utilizam destas análises carece de significância estatística por não considerarem a variância das estimativas. Devem ser conduzidos cálculos adicionais que gerem não somente a medida pontual do efeito combinado esperado, mas também o intervalo de confiança correspondente. Desta forma, a definição de interação por afastamento da aditividade é imbuída de informação sobre a precisão das medidas, o que poderá ampliar sua utilização na pesquisa científica.

Sempre deve ser lembrada a advertência de que, ao ser investigada uma hipótese de interação biológica, os testes para interação estatística, como a medida da modificação de efeito, precisam ser cuidadosamente interpretados, considerando-se que quando dois fatores têm efeitos para uma determinada doença, a homogeneidade das razões de risco na verdade indicam sinergismo.

Finalmente, cabe ressaltar a importância da discussão da plausibilidade dos mecanismos biológicos subjacentes ao efeito combinado dos fatores, visto a limitação dos dados epidemiológicos na inferência da interação biológica. Conhecer mais sobre os mecanismos e sobre a magnitude das interações biológicas, principalmente quando pelo menos um dos fatores é expressivamente prevalente na população e passível de prevenção, é uma das formas pelas quais a Epidemiologia pode contribuir imensamente com a saúde das coletividades.

BIBLIOGRAFIA (consultada)

1. Checkoway H, Pearce N, Kriebel D. *Research methods in occupational epidemiology*. 2nd ed. New York: Oxford University Press, 2004, 372pp.
2. Ferrite S, Santana VS. Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occup Med (Lond)* 2005;**55**:48-53.
3. Greenland S. Basic problems in interaction assessment. *Environ Health Perspect* 1993;**101**(Suppl. 4):59-66.
4. Hertz-Picciotto I, Smith AH, Holtzman D, Lipsett M, Alexeeff G. Synergism between occupational arsenic exposure and smoking in the induction of lung cancer. *Epidemiol* 1992;**3**:23-31.
5. Kupper LL, Hogan MD. Interaction in epidemiologic studies. *Am J Epidemiol* 1978;**108**:447-453.
6. Last JM, ed. *A dictionary of epidemiology*. 3rd ed. New York, NY: Oxford University Press, 1995; 164-165.
7. Pearce N. *A Short Introduction to Epidemiology*. 2nd ed. Wellington: CPHR, 2005, 153pp.
8. Pearce N. Analytical implications of epidemiological concepts of interaction. *Int J Epidemiol* 1989;**18**:976-980.
9. Rothman K, Greenland S. *Modern Epidemiology*. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998; 738pp.
10. Schoenbach VJ. Multicausality: effect modification. Rev. 05.11.2001. In: Schoenbach VJ, Rosamond WD. *Understanding the fundamentals of epidemiology — an evolving text*. North Carolina: University of North Carolina Chapel Hill, 2000. Disponível em: <<http://www.epidemiolog.net/evolving/Multicausality-EffectModification.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2005).
11. Siemiatycki J, Thomas DC. Biological models and statistical interactions: an example from multistage carcinogenesis. *Int J Epidemiol* 1981;**10**:383-387.
12. Thompson WD. Effect modification and the limits of biological inference from epidemiologic data. *J Clin Epidemiol* 1991;**44**:221-232.
13. Walker AM. Proportion of disease attributable to the combined effect of two factors. *Int J Epidemiol* 1981;**10**:81-85.

ANEXO 5

Ferrite S, Santana VS. Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss. *Occup Med (Lond)* 2005;**55**:48–53.

Joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss

S. Ferrite¹ and V. Santana²

Background	Smoking has been shown to have adverse effects on hearing, but it's unclear whether smoking interacts with known causes of hearing loss such as noise exposure and ageing.
Aims	To examine the hypothesis that smoking, noise and age jointly affect hearing acuity.
Methods	This cross-sectional study was carried out in 535 male adult workers of a metal processing factory. Pure-tone audiometric tests were utilized to assess hearing loss. Noise exposure assessment was based on a job exposure matrix constructed with industrial hygienist scoring and job titles. Each participant answered questionnaires about socio-demographic, life-style, occupational and health-related data. Analysis of the possible underlying biological model was undertaken assessing departures from additivity using measures of the size of the interaction present.
Results	Age and occupational noise exposures were, separately, positively associated with hearing loss. For all the factors combined the estimated effect on hearing loss was higher than the sum of the effects from each isolated variable, especially for smoking and noise among those 20–40 years of age, and for smoking and age among those non-exposed to occupational noise.
Conclusions	The synergistic effect of smoking, noise exposure and age on hearing loss, found in this study, is consistent with the biological interaction. Furthermore, it is possible that distinct ototoxic substances in the chemical composition of mainstream smoke may synergistically affect hearing when in combination with noise exposure, which needs to be examined in future studies.
Key words	Age; hearing loss; noise-induced hearing loss; occupational noise; smoking.

Introduction

Noise is considered the most common occupational exposure in the world. It is estimated that approximately 600 million workers are exposed to occupational noise [1]. Long-term exposure to noise is a cause of hearing loss, a disabling and irreversible disease. Although noise-induced hearing loss (NIHL) is a potentially preventable disease, it remains an important public health problem. The biological basis of NIHL is a combination of mechanical and metabolic factors [2]: chronic excessive noise exposure damages cochlear hair cells and metabolic changes result from hypoxia caused by noise-induced

capillary vasoconstriction [3]. Another worldwide exposure is tobacco, consumed by approximately 1.3 billion of the global population [4]. Tobacco may also affect cochlear blood supply because it causes peripheral vascular changes, such as increased blood viscosity [5], and reduced available oxygen. These effects were identified in the aetiology of cochlear lesions in laboratory animals [6] and humans [7]. As the elderly population increases, age becomes a major risk for hearing loss. Ageing-related degenerative changes may affect neural fibres, stria vascularis, and inner and outer hair cells causing progressive hearing impairment [8]. Therefore, smoking, noise and ageing may act in common causal pathways for hearing loss, through the reduction on cochlear blood supply, which support the hypothesis that these factors interact under an additive model.

Although studies have reported positive association between smoking and hearing loss [9–13], the joint effects involving smoking and noise have rarely been assessed [14,15]. In one study, the combined effects of

¹Department of Hearing and Speech Sciences, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil.

²Program of Environmental and Workers' Health, Institute of Collective Health, Federal University of Bahia, Salvador, Brazil.

Correspondence to: Silvia Ferrite, Instituto de Ciências da Saúde, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal da Bahia, Avenida Reitor Miguel Calmon, s/n, Vale do Canela, 40110-100 Salvador, Bahia, Brazil.
Tel: +55 71 245 8602(58); fax: +55 71 245 8917; e-mail: ferrite@ufba.br

smoking and exposure to noise on hearing were estimated to be additive [14]. In contrast, based on experiments, smoking was described as having a possible hearing protective effect [15]. Previous studies among noise-exposed workers observed more adverse effects on hearing in smokers than in non-smokers [16–18]. The aim of this study is to examine the hypothesis that smoking, noise and age jointly affect hearing acuity, which may be of particular relevance in preventive programmes for workers or the general population.

Methods

This cross-sectional study was conducted in a large metal plant situated in northeast Brazil. Recently, anti-tobacco campaigns had taken place and, for safety reasons, smoking was forbidden in operational areas or any other closed environment. However, workers were allowed to smoke in open areas during breaks from work. Personal hearing protective equipment has been reported to be available for all workers since the plant started to operate. Except for noise, there were no other occupational agents hazardous to hearing.

The eligible population comprised all active male workers who participated in a hearing screening, and voluntarily joined a health promotion programme. Socio-demographic, life-style, occupational and health-related data were obtained using questionnaires administered by trained field workers in an isolated room. Smoking was ascertained based on the following questions: 'have you ever smoked?' and 'are you a current smoker?' Duration of smoking habit was registered in months. Smoking was categorized as non-smokers (never-smokers or less than 6 months) and ever-smokers (current or past smokers). Age was recorded in years and analysed as a dichotomous variable i.e. 20–40 years and 41–55 years of age.

Noise exposure assessment was based on a job exposure matrix that had job titles on one axis and chemical or physical hazards associated with the job on the other axis. Study participants were scored on their degree of exposure to each agent by industrial hygienists who worked in the plant, using four levels of exposure. These scores were assigned to each job in a worker's occupational history to develop an individual exposure profile. The four original exposure levels were combined to distinguish workers who were exposed, which correspond to work posts with noise exposure between 81 and 93 dBA, and non-exposed for those with levels below this range. Pre-employment noise exposure history was also assessed using a similar job exposure matrix based on the occupational profiles recorded in individual interviews. Duration of noise exposure was estimated as the sum of the years employed in exposed jobs. This variable was further categorized, i.e. $0 < 4$ years and ≥ 4 years of occupational noise exposure.

Qualified audiologists assessed hearing ability using standardized audiometric examination procedures assuring at least 14 h of previous acoustic resting. The exams were conducted in an isolated acoustic room with a Siemens audiometer (Model SD 25). The pure-tone hearing thresholds were measured at frequencies of 0.25, 0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8 kHz for air-conduction, and for bone conduction corresponding to frequencies of 0.5, 1, 2, 4 kHz, respectively, for both ears. Hearing loss was defined based on hearing thresholds worse than 25 dBHL, at least in one of the following frequencies: 3, 4, 6, 8 kHz, bilaterally.

To assess the joint effects of the three variables, smoking, noise and age, prevalence ratios were estimated for each group of combined variables taking as the reference group non-smoker workers, aged 20–40 years and non-exposed to occupational noise. The Mantel–Haenszel 90% confidence interval (CI) was used to describe the precision of the estimates. An alpha of 0.10 was utilized because of the small sample size and the required examination of a three-way interaction. Confounding evaluation was not possible because data were sparse. Examination of a possible underlying biological model was conducted using synergistic departures of additive models based on excess prevalence ratio (EPR). In the case of two factors, if EPR_{11} is defined as the excess prevalence ratio when both factors are present and EPR_{01} and EPR_{10} when each factor is present in isolation, then $EPR_{11} > EPR_{01} + EPR_{10}$ means the observed combined effect of two factors is greater than either of them working alone. In other words, superadditivity occurs when the first term of this equation is greater than the second. Size measures of positive departures from the assumption of additivity was calculated as $[ERP_{11}/(ERP_{01} + ERP_{10})] - 1$ [19]. The formulae were adjusted to take account of a three-factor analysis. Data analysis was performed with SAS 8.11. The Internal Review Board of the Institute of Collective Health, Federal University of Bahia, approved the study protocol.

Results

There were 870 active workers in the plant, but only 732 (84%) voluntarily participated in the health programme. All 68 women were excluded from the study population because of their small number and concentration in non-exposed jobs. From the remaining 664 workers, an audiometric exam was available for 560 individuals, which corresponds to 104 (16%) with missing information for the referent study year. In addition, 16 (3%) presented hearing loss non-compatible with noise-induced damage. Nine (2%) individuals older than 55 years of age were also excluded because of the small number in the study population, resulting in a total of 535 individuals. Among them, 35% were smokers, 46% noise-exposed workers, and 39% over 40 years of age.

All these factors were independently associated with hearing loss in the study population, as shown in Table 1.

The prevalence of hearing loss varied widely across the combined variable categories (Table 2). The lowest estimate was found among the reference group of non-smokers, non-exposed to noise, aged 20–40 years (6.1%) and the highest prevalence estimated for smokers, noise-exposed who were older than 40 years of age (46.4%). When analysed alone or in combination, smoking, noise and age were also positively associated with hearing loss ($P < 0.10$), except for smoking alone (Table 2). For isolated factors, the largest estimate was found for age (PR = 4.02, 90% CI: 2.04–7.92), followed by noise (PR = 2.38, 90% CI: 1.26–4.51) and smoking (PR = 1.27, 90% CI: 0.37–4.32), respectively. However, no statistical differences were found between the prevalence ratios across the combined exposure groups overall.

Excess prevalence ratios for isolated and combined factors of smoking, noise and age on hearing loss are shown in Table 3. It was observed that for all combined factors, the estimated effect on hearing loss was higher than the sum of the effects from each isolated variable. Relative differences between these estimates also indicate that the largest departure occurs for the combination of smoking and noise (133%) in the young group, followed by the joint effect of smoking and being older than 40 years (98%) among workers non-exposed to noise. When the three factors were combined, the estimated departure was 42%, according to additive models. Apparently, larger superadditivity was estimated for smoking and old ages among workers non-exposed to noise, and for smoking and noise exposure, among those 20–40 years of age.

Discussion

The findings of this study suggest that smokers, who were exposed to occupational noise or non-exposed but older than 40 years of age, have increased prevalence of hearing loss than the expected estimate based on the summation of each factor separately, although no evidence of statistical interaction was found. When smoking was considered, larger departures from additive models were also observed especially for combined effects of smoking and noise exposure among the youngest, and for smoking and older age among those non-exposed to noise. This may express synergism of these factors regarding biological additive models. One previous study reported a multiplicative effect from smoking and age on hearing loss [12], but no statistical inference results were provided. In another one, a positive association between smoking and NIHL was found after adjustment for age, but the possibility of combined effects were not explored [16]. Consistently, a dose–response gradient between the number of cigarettes and hearing impairment among noise-exposed workers was also observed [14,17]. The results of this study are in accordance with these research findings and add to the evidence for synergistic effects from smoking, noise and age on hearing loss, and also an estimation of direction and magnitude of each joint effect. Synergism from smoking and occupational noise exposure on hearing loss is a not-yet reported result. It is consistent with a potentiation of NIHL caused by simultaneous carbon monoxide exposure, observed in animal experiments [20]. Nevertheless, a simple additive effect from smoking and noise on hearing was once observed in humans [14]. In addition, in a human

Table 1. Crude and adjusted prevalence ratios and 95% confidence intervals for hearing loss according to smoking, noise exposure and age

Variables	Population <i>n</i> = 535	Number of cases <i>n</i> = 120	Prevalence (%)	Prevalence ratio			
				Crude		Adjusted ^c	
				PR ^a	95% CI ^b	PR	95% CI
Smoking							
Never smokers	349	50	14.3				
Ever smokers	186	70	37.6	2.63	1.91–3.60	1.55	1.12–2.14
Noise exposure							
No	289	48	16.6				
Yes	246	72	29.3	1.76	1.28–2.43	1.48	1.10–2.00
Age in years							
20–40	329	37	11.3				
41–55	206	83	40.3	3.58	2.53–5.06	2.66	1.84–3.84

^a Prevalence ratio.

^b 95% Mantel–Haenszel confidence intervals.

^c Adjusted for the other variables.

Table 2. Prevalence, prevalence ratios and 90% confidence intervals for the joint effects of smoking, noise exposure and age on hearing loss

Variables ^a	N = 535	Prevalence (%)	Prevalence ratio	90% CI ^b
Referent				
Smoking = 0, noise = 0, age = 0	165	6.1	1.00	–
Isolated variables				
Smoking = 1, noise = 0, age = 0	26	7.7	1.27	0.37–4.32
Smoking = 0, noise = 1, age = 0	104	14.4	2.38	1.26–4.51
Smoking = 0, noise = 0, age = 1	41	24.4	4.02	2.04–7.92
Combined variables				
Smoking = 1, noise = 1, age = 0	34	29.4	4.85	2.49–9.46
Smoking = 0, noise = 1, age = 1	39	38.5	6.35	3.47–11.61
Smoking = 1, noise = 0, age = 1	57	45.6	7.53	4.31–13.14
Smoking = 1, noise = 1, age = 1	69	46.4	7.65	4.43–13.23

^a Smoking: 0 = never smoker, 1 = ever smoker; occupational noise exposure: 0 = no, 1 = yes; age range: 0 = 20–40 years of age, 1 = 41–55 years of age.

^b Mantel–Haenszel confidence intervals.

experiment, smoking was found to be negatively associated with temporary threshold shifts, suggestive of a possible protective effect from smoking to NIHL [15], which is biologically inconsistent.

Assuming that smoking, noise and age are not protective for hearing loss, and instead, they are separate causal factors, the estimated superadditivity found in this study may express a possible biological synergism [21]. The degree of interaction is dependent on underlying pathogenic mechanisms, but their nature cannot be fully understood by epidemiological data because distinct pathways may predict similar disease patterns [22]. In this study, a possible biological support for underlying pathogenic mechanisms is the well-known vascular changes and consequent cochlear hypoxia related to smoking and also to long-term intense noise exposure [3,5,6,23]. For example, carbon monoxide present in the mainstream smoke reduces cochlear blood oxygen levels as a result of capillary vasoconstriction, increased blood viscosity, reduction of transported oxygen and difficulties in oxyhaemoglobin dissociation. Noise exposure also induces hypoxia in the cochlea, causing direct lesions or interacting with mechanical noise-induced impairments [23]. Chronic hypoxia may result in cochlear lesions particularly in the basal, high frequency region, the most vulnerable part of the cochlea. Also, age-related degenerative changes may affect neural fibres and those parts of the cochlea, including vascular structures, which affect most pronouncedly the high frequencies [8].

Despite the low concentration, potentially ototoxic substances present in mainstream cigarette smoke may also interact with noise and/or age to cause hearing impairment. Complex mixtures of substances are difficult to analyse because their effects are entangled and sometimes modified in unexpected directions [24]. It is

possible that toxic exposure within acceptable concentration levels may cause hearing impairment when associated with other toxic exposures, particularly when noise is present. Cigarette burning releases organic solvents, i.e. toluene, styrene, xylene, and also lead, mercury and carbon monoxide [25]. These substances have been described as independent factors and/or in potential interaction with noise exposure on hearing loss [26–28]. Synergisms were identified for the combined effects of noise and organic solvents [29]. They differ in relation to their ototoxic properties, and can affect sensorial or neural auditory structures [27,30]. The interaction mechanism of noise and chemical substances on hearing damage involves changes such as an increased cochlear vulnerability to noise and noise-related intensification of cochlear damage from chemical agents that have ototoxic effects [30]. Smoking may also strengthen these ototoxic effects by increasing their access to cochlear areas, where carbon monoxide is present in high concentrations, which leads to an elevated blood flow and vascular permeability as a response [31]. In this study, in order to observe possible synergistic effects even when noise is below action levels, workers exposed to an 81–84 dB range were also included as exposed.

Interactions are commonly ignored in epidemiological analysis and effect modifiers often mistakenly considered as confounders [32]. Interaction analysis requires specific and sometimes complex procedures, not yet popular, and a considerable sample size. In this investigation, the size of the study population was not an obstacle to performing appropriate analysis, although confidence intervals were quite large for some estimates. It is worth noting that there were only 26 in the group of non-smoker workers, aged 20–40 years and non-exposed to noise, which may account for the relative differences when smoking was considered. The main limit is its cross-sectional design,

Table 3. Excess prevalence ratio for isolated and combined effects of smoking, noise and age on hearing loss and corresponding percent estimated departure from additive models

Subgroups ^a	n = 535	Excess prevalence ratio		Relative difference ^c [(A/B) - 1] (%)
		(EPR = PR - 1)		
		Observed for combined exposures (A)	Expected based on separated exposures ^b (B)	
Referent				
Smoking = 0, noise = 0, age = 0	165	-	-	
Isolated variables				
Smoking = 1, noise = 0, age = 0 (smoking)	26	0.27	-	
Smoking = 0, noise = 1, age = 0 (noise)	104	1.38	-	
Smoking = 0, noise = 0, age = 1 (age)	41	3.02	-	
Combined variables ^d				
Smoking = 1, noise = 1, age = 0 (smoking-noise)	34	3.85	1.65	133
Smoking = 0, noise = 1, age = 1 (noise-age)	39	5.35	4.40	22
Smoking = 1, noise = 0, age = 1 (smoking-age)	57	6.53	3.29	98
Smoking = 1, noise = 1, age = 1 (smoking-noise-age)	69	6.65	4.67	42

^a Smoking: 0 = never smoker, 1 = ever smoker; occupational noise exposure: 0 = no, 1 = yes; age range: 0 = 20–40 years of age, 1 = 41–55 years of age.

^b Excess prevalence ratio expected according to additive model ($EPR_{11} = EPR_{01} + EPR_{10}$) [19].

^c Percent estimated departure of the prevalence ratio observed excess from the expected excess for combined exposures as $[EPR_{11}/(EPR_{01} + EPR_{10})] - 1$ [19].

^d Calculations were adapted to analyse three-way interaction.

particularly to examine biological causal synergism. Another methodological limitation was the need to examine independent variables dichotomously. Therefore, gradients of intensity and duration could not be distinguished. Selection bias could also have occurred because of incomplete worker coverage by audiometry, particularly for non-noise-exposed workers whose audiometry was not mandatory. These workers could be more likely to volunteer for audiometry because of hearing complaints, hence increasing the prevalence in the reference group.

Non-occupational noise exposures are common in this study region, where loud electronic music is usually played in popular outdoor parties, but these data were not available. There is no reason to think that noise-exposed workers would be more exposed to non-occupational noise than those among the referent group. However, smokers' less careful life-style may increase exposure to non-occupational noise [14]. Survivor healthy worker effect could also have occurred because of extensive downsizing in the last decade. Although interviews were confidential and answers recorded anonymously, there may have been under-reporting of smoking. To reduce misclassification error, occupational noise exposure prior to employment at the plant was assessed. Longitudinal studies with improved assessment of smoking, time exposure and also the use of severity levels of auditory damage should be developed to overcome methodological limitations of this study.

Despite methodological limitations the results of the present study contribute to the knowledge about potentially preventable risk factors for hearing loss. The study

provides evidence that joint effects of smoking, noise and ageing contribute to increased hearing impairment. This is the case especially when combined effects of smoking and noise exposure among the youngest are considered, and that of smoking and older age among those not exposed to noise. Moreover, the synergistic effects are consistent with the hypothesis that these factors may act in common pathogenic pathways. Because of the presence of an interaction between these factors, intervention programmes designed to reduce exposure to noise and smoking should result in a reduction in those suffering from hearing loss.

Acknowledgements

We are indebted to Dr Antonio Alberto Lopes, who carefully helped to edit an early version of the manuscript and also to the workers, administrators and the health staff of the metal plant, who made this research possible. Grant sponsor: CNPq/Ministry of Science and Technology of Brazil, Proc. No.522.621-96-1.

References

1. Alberti PW. Noise—the most ubiquitous pollutant. *Noise Health* 1998;**1**:3–5.
2. Clark WW, Bohne BA. Effects of noise on hearing. *J Am Med Assoc* 1999;**281**:1658–1659.

3. Hawkins JE Jr. The role of vasoconstriction in noise-induced hearing loss. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1971;**80**: 903–913.
4. Shafey O, Dolwick S, Guindon GE, eds. *Tobacco control country profiles*. Atlanta: American Cancer Society, 2003.
5. Lowe GD, Drummond MM, Forbes CD, Barbenel JC. The effects of age and cigarette smoking on blood and plasma viscosity in men. *Scott Med J* 1980;**25**:13–17.
6. Maffei G, Miani P. Experimental tobacco poisoning. Resultant structural modifications of the cochlea and tuba acustica. *Arch Otolaryngol* 1962;**75**:386–396.
7. Browning GG, Gatehouse S, Lowe GD. Blood viscosity as a factor in sensorineural hearing impairment. *Lancet* 1986;**1**: 121–123.
8. Rosenhall U, Pedersen KE. Presbycusis and occupational hearing loss. *Occup Med* 1995;**10**:593–607.
9. Sharabi Y, Reshef-Haran I, Burstein M, Eldad A. Cigarette smoking and hearing loss: lessons from the young adult periodic examinations in Israel (YAPEIS) database. *Isr Med Assoc J* 2002;**4**:1118–1120.
10. Itoh A, Nakashima T, Arao H, et al. Smoking and drinking habits as risk factors for hearing loss in the elderly: epidemiological study of subjects undergoing routine health checks in Aichi, Japan. *Public Health* 2001;**115**: 192–196.
11. Nakanishi N, Okamoto M, Nakamura K, Suzuki K, Tatara K. Cigarette smoking and risk of hearing impairment: a longitudinal study in Japanese male office workers. *J Occup Environ Med* 2000;**42**:1045–1049.
12. Noorhassim I, Rampal KG. Multiplicative effect of smoking and age on hearing impairment. *Am J Otolaryngol* 1998; **19**:240–243.
13. Cruickshanks KJ, Klein R, Klein BEK, Wiley TL, Nondahl DM, Tweed TS. Cigarette smoking and hearing loss: the epidemiology of hearing loss study. *J Am Med Assoc* 1998; **279**:1715–1719.
14. Mizoue T, Miyamoto T, Shimizu T. Combined effect of smoking and occupational exposure to noise on hearing loss in steel factory workers. *Occup Environ Med* 2003;**60**: 56–59.
15. Dengerink HA, Lindgren FL, Axelsson A. The interaction of smoking and noise on temporary threshold shifts. *Acta Otolaryngol* 1992;**112**:932–938.
16. Barone JA, Peters JM, Garabrant DH, Bernstein L, Krebsbach R. Smoking as a risk factor in noise-induced hearing loss. *J Occup Med* 1987;**29**:741–745.
17. Virokannas H, Anttonen H. Dose–response relationship between smoking and impairment of hearing acuity in workers exposed to noise. *Scand Audiol* 1995;**24**:211–216.
18. Starck J, Toppila E, Pyykkö I. Smoking as a risk factor in sensory neural hearing loss among workers exposed to occupational noise. *Acta Otolaryngol* 1999;**119**:302–305.
19. Walker AM. Proportion of disease attributable to the combined effect of two factors. *Int J Epidemiol* 1981;**10**: 81–85.
20. Chen GD, Fechter LD. Potentiation of octave-band noise induced auditory impairment by carbon monoxide. *Hear Res* 1999;**132**:149–159.
21. Rothman K, Greenland S, eds. *Modern epidemiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998; 738 pp.
22. Thompson WD. Effect modification and the limits of biological inference from epidemiologic data. *J Clin Epidemiol* 1991;**44**:221–232.
23. Chen GD. Effect of hypoxia on noise-induced auditory impairment. *Hear Res* 2002;**172**:186–195.
24. Lang L. Strange brew: assessing risk of chemical mixtures. *Environ Health Perspect* 1995;**103**:142–145.
25. Darral KG, Figgins JA, Brown RD, Phillips GS. Determination of benzene and associated volatile compounds in mainstream cigarette smoke. *Analyst* 1998;**123**: 1095–1101.
26. 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**:180–184.
27. Morata TC, Lemasters GK. Epidemiologic considerations in the evaluation of occupational hearing loss. *Occup Med* 1995;**10**:641–656.
28. Morata TC. Interaction between noise and asphyxiants: a concern for toxicology and occupational health. *Toxicol Sci* 2002;**66**:1–3.
29. 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**:245–254.
30. Fechter LD. Combined effects of noise and chemicals. *Occup Med* 1995;**10**:609–621.
31. Fechter LD, Thorne PR, Nuttal AL. Effects of carbon monoxide on cochlear electrophysiology and blood flow. *Hear Res* 1987;**27**:37–45.
32. Greenland S. Basic problems in interaction assessment. *Environ Health Perspect* 1993;**101**(Suppl. 4):59–66.