

**CEFAC**  
**CENTRO DE ESPECIALIZAÇÃO EM FONOAUDIOLOGIA CLÍNICA**

**AUDIOLOGIA CLÍNICA**

**EFEITOS DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A  
SOLVENTES ORGÂNICOS, NO SISTEMA AUDITIVO**

Monografia de conclusão do  
curso de especialização em  
audiologia clínica

Orientadora Mirian Goldenberg

**LÍGIA BERTONCELLO**

**PORTO ALEGRE**

**1999**

## RESUMO

Este estudo explora os efeitos da exposição ocupacional a solventes orgânicos, no sistema auditivo. Objetiva através de uma revisão bibliográfica comprovar a ototoxicidade destes produtos químicos. Alguns solventes orgânicos têm mostrado afetar o sistema auditivo, entre eles: Tolueno ( $C_6H_5CH_3$ ), Xileno ( $C_6H_4(CH_3)_2$ ), Tricloroetileno ( $C_2HCl_3$ ), Dissulfeto de Carbono ( $CS_2$ ) e Estireno ( $C_6H_5CH=CH_2$ ). Estudos sugerem que a exposição a estes solventes tem efeito tóxico no sistema auditivo, e todos eles afetam de alguma forma o Sistema Nervoso Central, causando sintomas como: depressão do Sistema Nervoso Central, incoordenação, perda de memória, prejuízo na capacidade de concentração, dano no Sistema Nervoso Central e Periférico.

“ O homem é o início, o meio  
e o fim de todas as coisas.”

Emílio Odebrecht

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	Pág. 01
2. JUSTIFICATIVA	Pág. 03
3. DISCUSSÃO TEÓRICA	Pág. 04
Mecanismo Auditivo	Pág. 05
Ototoxicidade	Pág. 06
Exposição Ocupacional	Pág. 07
Legislação Brasileira em Vigor	Pág. 08
Solventes Orgânicos	Pág. 10
Estudos que comprovam a ototoxicidade destes solventes	Pág. 14
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	Pág. 19
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	Pág. 22

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos feitos em todo o mundo mostram que a incidência de perdas auditivas em trabalhadores é muito grande. O que até pouco tempo havia sido ignorado é que a perda auditiva não é causada apenas pelo ruído, mas pode ser causada ou potencializada por agentes químicos, como solventes orgânicos ototóxicos, encontrados nos ambientes de trabalho.

Perda Auditiva é a doença ocupacional predominante nos Estados Unidos e na maioria dos países industrializados (United States Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, 1981; Ginnold RE, 1979). Nos Estados Unidos estima-se que no mínimo um milhão de trabalhadores de fábricas têm sofrido com prejuízos auditivos relacionados com o trabalho, e aproximadamente meio milhão destes trabalhadores têm de moderados a severos prejuízos auditivos (United States Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, 1981).

A perda auditiva ocupacional tem sido por longo tempo reconhecida como o efeito direto à saúde da exposição excessiva a ruído, mas só recentemente a exposição a solventes tem sido considerada como colaboradora no desenvolvimento de prejuízos auditivos (Barregard & Axelsson, 1984; Möller et al, 1989). Esta evidência sugere que o ruído interage sinergicamente com várias drogas e químicos (Dayal & Barek, 1975 & Young et al, 1987).

Hoje, a maioria das pessoas tem sido exposta a algum tipo de solvente no trabalho ou em casa (através de tinta fresca). Embora, na última década, os níveis de exposição tenham diminuído muito nos países industrializados, o

número de trabalhadores expostos regularmente a solventes é ainda grande. Na Suécia, cerca de 5 – 10 % da população total de trabalhadores é regularmente exposta a solventes, o que nos leva a crer que hoje várias dezenas de milhões de trabalhadores são expostos a solventes por todo o mundo (Johnson & Nylén, 1995).

O objetivo deste estudo é, através de uma revisão da literatura, levantar os efeitos, no sistema auditivo, da exposição ocupacional a solventes orgânicos. Alguns solventes orgânicos têm mostrado afetar o sistema auditivo, entre eles: Tolueno ( $C_6H_5CH_3$ ), Xileno ( $C_6H_4(CH_3)_2$ ), Tricloroetileno ( $ClCH = CCl_2$ ), Dissulfeto de Carbono ( $CS_2$ ) e Estireno ( $C_6H_5CH = CH_2$ ) (Morata & Dunn, 1994). Estes solventes orgânicos, através de estudos comprovando sua ototoxicidade, serão estudados no presente trabalho.

## 2. JUSTIFICATIVA

Os trabalhadores são diariamente expostos a diversos agentes físicos e químicos no ambiente de trabalho que tornam-se riscos à saúde e comprometem o bem-estar dos indivíduos atingidos. Quando se pensa em perda auditiva em ambientes de trabalho existe uma preocupação com o ruído, mas na maioria das vezes produtos químicos ototóxicos são ignorados como possíveis causadores de perdas auditivas, e trabalhadores expostos somente a eles não são considerados como de risco para perda auditiva ocupacional.

Por conhecer a realidade da indústria petroquímica, percebemos uma carência de informações a respeito da ototoxicidade de alguns agentes químicos aos quais os trabalhadores são expostos. Os efeitos de alguns solventes ototóxicos, quando ignorados, podem oferecer risco aos trabalhadores.

Problemas vestibulares, que afetam o equilíbrio, podem ser causados por estes agentes. Em ambientes de trabalho sujeitos a vários riscos, inclusive trabalho em altura, tais efeitos podem ser muito perigosos.

Estudos nesta área não são importantes apenas para a prevenção de perdas auditivas, mas também para que seja possível evitar possíveis acidentes de trabalho que ocorrem em decorrência dos efeitos destes agentes ototóxicos.

Muitos destes solventes ototóxicos podem causar danos tão graves à saúde que pode parecer pouco importante a preocupação com a audição destes trabalhadores. No entanto, eles devem ser devidamente protegidos para que não sofram as conseqüências da exposição a estes produtos.

### 3. DISCUSSÃO TEÓRICA

O presente estudo se preocupará em mostrar os diversos danos causados no sistema auditivo pelos solventes orgânicos ototóxicos. Porém, temos uma grande preocupação em alertar também sobre os problemas causados por estes solventes, que além de afetarem a audição, afetam o Sistema Nervoso Central e o Sistema Vestibular.

Na nossa experiência em indústria petroquímica, notamos que alguns acidentes ocorridos poderiam ter sido evitados se as pessoas tivessem conhecimento dos danos causados por estes solventes. Algumas destas substâncias são cancerígenas e não existe uma preocupação com efeitos menores que também põem em risco a vida de trabalhadores a eles expostos.

Certa ocasião, um funcionário que realizava um trabalho a 70 metros de altura apresentou tontura e precisou ser resgatado. Na investigação verificou-se que este trabalhador havia sido exposto a uma mistura de resíduos de Tolueno, Benzeno e Xileno horas antes do ocorrido. Após este acontecimento, eu (enquanto coordenadora do Programa de Prevenção de Perdas Auditivas), o engenheiro de segurança da empresa e o médico do trabalho suspeitamos de uma relação entre a exposição e o acidente. Iniciamos um estudo dos efeitos destes solventes no organismo e mudamos a conduta dos encarregados da empresa: os funcionários expostos a mistura de solventes não deveriam executar trabalhos de risco até 72 horas após a exposição. Como resultado nunca mais tivemos ocorrências deste tipo.

O fato acima ensejou a realização deste trabalho, através do qual pretendemos alertar as pessoas também para estes riscos, sendo nosso

objetivo final possibilitar a redução das conseqüências da exposição a estes solventes.

Abordaremos o mecanismo auditivo, ototoxicidade, exposição ocupacional, legislação brasileira em vigor, os solventes e seus efeitos.

## MECANISMO AUDITIVO

A onda sonora é captada e ligeiramente amplificada pelo pavilhão auricular, entra no meato acústico externo e incide sobre a membrana timpânica, fazendo com que esta vibre. O martelo, que se integra à membrana timpânica, é deslocado e, por ser articulado à bigorna e ao estribo, move os ossículos (Ginsberg & White, 1989).

A vibração da cadeia ossicular é transmitida pela platina do estribo sobre a janela oval, que move a perilinfa do ouvido interno. A partir daí, ocorre o deslocamento de ondas mecânicas dentro dos líquidos do ouvido interno. Esse deslocamento provoca a movimentação de todo o ducto coclear (Santos & Russo, 1993).

O Órgão de Corti, localizado sobre a membrana basilar, movimenta-se e é estimulado pela movimentação da membrana tectória sobre os cílios de suas células sensoriais. Cada vez que os cílios das células ciliadas saem da sua posição de repouso, ocorre uma mudança na carga elétrica endocelular, o que provoca o disparo do impulso nervoso para as fibras nervosas (que posteriormente vão formar o nervo vestibulo-coclear) para que o estímulo possa ser analisado, interpretado e respondido (Santos & Russo, 1993).

A interrupção ou dano em qualquer parte deste mecanismo pode causar prejuízos auditivos.

## OTOTOXICIDADE

Há um certo número de medicamentos e produtos químicos que podem causar problemas funcionais e degeneração celular dos tecidos da orelha interna, especialmente nos órgãos sensoriais e neurônios da cóclea e aparelho vestibular. Por isso são chamadas de drogas ototóxicas. O número de drogas ototóxicas é enorme. Em geral, causam surdez progressiva ou súbita bilateral, podendo ser temporária ou permanente. Estas drogas são de uso multidisciplinar, prescritas por pediatras, neurologistas, neurocirurgiões, otorrinolaringologistas, entre outros.

Os fatores predisponentes criam um grupo de risco que é constituído por: sensibilidade individual, dose, idade, doenças concomitantes (ototóxicas e/ou renais), exposição a ruídos em níveis prejudiciais e uso concomitante de outras drogas ototóxicas. Entre elas temos os aminoglicosídeos, que com uma só dose podem causar Surdez Súbita Total Bilateral Irreversível, os diuréticos, certos antibióticos, quinino, Ácido Acetil Salicílico e derivados (que causam quadros em geral reversíveis) e os citotóxicos, que são tóxicos para as células (Caldas & Caldas Neto, 1994).

Dos produtos químicos, são citados alguns metais (o monóxido de carbono, o sulfeto de carbono, o tetracloreto de carbono e derivados benzênicos e alguns metais (chumbo, mercúrio, manganês). Muitos solventes

orgânicos podem afetar o sistema cocleovestibular, atingindo também o tronco cerebral.

A audiometria, na maioria das vezes, mostra uma curva do tipo sensorioneural descendente. Sendo as lesões de caráter irreversível, encontra-se na profilaxia a melhor maneira de combatê-las. Deve-se ainda suspender imediatamente a droga em caso de aparecerem sintomas ligados à orelha interna, como surdez, zumbidos ou tonturas.

Agentes ototóxicos afetam primariamente dois diferentes locais na cóclea: o órgão de Corti e a estria vascular.

## EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

A exposição é representada pelo período em que o ser humano está sujeito aos diversos componentes ambientais através das diversas vias possíveis de absorção da substância tóxica pelo organismo: respiratória, cutânea, digestiva e placentária (Câmara & Galvão, 1995). No caso dos solventes orgânicos ototóxicos a absorção ocorre pela via respiratória e/ou cutânea.

Nos ambientes de trabalho a absorção ocorre predominantemente pela via respiratória. O fato de uma pessoa estar exposta a uma substância química não quer dizer que necessariamente desenvolverá uma intoxicação. Devem ser considerados fatores inerentes ao indivíduo, como sexo, idade, raça, genéticos, nutricionais, psíquicos e doenças prévias, que podem interferir no aparecimento, duração e gravidade dos efeitos adversos ocasionados por agentes presentes no ambiente.

Num estudo longitudinal (20 anos) da sensibilidade auditiva de 319 trabalhadores, foi observado que 23% dos trabalhadores da divisão química apresentaram perda auditiva acentuada por exposição a altos níveis de ruído (80 – 90 dB A), comparado com 5 – 8% dos trabalhadores de ambiente sem químicos com exposição a elevados níveis de ruído (95 – 100 dB A) (Bergström & Nyström, 1986). Os trabalhadores expostos a níveis mais altos de ruído têm menor incidência de perdas auditivas do que os expostos a químicos e níveis mais baixos de ruído, o que leva a crer que os agentes químicos contribuem para a ocorrência de perdas auditivas.

A exposição a altos níveis de solventes pode levar a acidentes ou uso incorreto dos solventes nos locais de trabalho. Perdas Auditivas foram relatadas em 3 de 6 trabalhadores acidentalmente expostos a altos níveis de Tolueno em uma fábrica eletromecânica (Biscaldi, Mingard, Pollini, et al, 1981).

Tipógrafos de rotogravura cronicamente expostos a Tolueno apresentaram audiometrias sem nenhuma perda auditiva, têm apresentado alterações nas latências medidas no ABR como efeitos da estimulação repetida (Abbate, et al, 1993).

## LEGISLAÇÃO BRASILEIRA EM VIGOR

### LIMITES DE TOLERÂNCIA PARA OS AGENTES QUÍMICOS DESTE ESTUDO

Limites de tolerância retirados da Legislação Brasileira em vigor:

Lei nº 6514, de 22 de dezembro de 1977 – Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à Segurança e Medicina do Trabalho.

Portaria nº 3214, de 08 de junho de 1978 – Aprova as Normas Regulamentadoras - NR – do Capítulo V do Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho.

NR - 15 – Atividades e operações insalubres, Anexo nº 11 – Agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada por limite de tolerância e inspeção no local de trabalho.

Os limites de tolerância abaixo relacionados, são válidos para absorção apenas por via respiratória:

AGENTES QUÍMICOS	ABSORÇÃO TAMBÉM P/ PELE	ATÉ 48 H/SEMANA	
		Ppm	mg/m <sup>3</sup>
DISSULFETO DE CARBONO	SIM	16	47
ESTIRENO	NÃO	78	328
TOLUENO	SIM	78	290
TRICLOROETILENO	NÃO	78	420
XILENO	NÃO	78	340

ppm – partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado  
mg/m<sup>3</sup> - miligramas por metro cúbico de ar

Na coluna “ABSORÇÃO TAMBÉM PELA PELE” os agentes químicos com “SIM” podem ser absorvidos por via cutânea, e, portanto, exigem, na sua manipulação, o uso de luvas adequadas, além do EPI (Equipamento de Proteção Individual) necessário à proteção de outras partes do corpo.

Segundo Proctor (1988) e Baselt (1990), o Estireno e o Xileno são agentes químicos que também são absorvidos pela pele, mas esta recomendação não está presente na Legislação Brasileira. Por este motivo,

sugerimos que cuidados sejam tomados com a manipulação destes dois produtos.

## SOLVENTES ORGÂNICOS

Solventes orgânicos são obtidos do refino do petróleo cru (constituído por hidrocarbonetos, enxofre, oxigênio, compostos nitrogenados e traços de metais) e são de grande uso industrial, comercial e doméstico (Ali, 1995).

São produtos químicos líquidos à base de carbono, compostos de diversas estruturas químicas, utilizados para dissolver outras substâncias orgânicas. Os solventes são largamente utilizados em inúmeros ramos industriais, tais como a indústria química, a indústria farmacêutica, de tintas e de semicondutores, e são utilizados como desengraxantes em vários tipos de indústrias pesadas, de base, fundições e oficinas mecânicas (Diarmid & Agnew, 1995).

De um modo geral, são substâncias orgânicas de baixa toxicidade para o ser humano. Algumas exceções merecem ser citadas, dentre elas o Benzeno ou Benzol, Dissulfeto de Carbono, Tricloroetileno, os quais devem ser manipulados dentro de normas rígidas de segurança (Ali, 1995). A exposição a solventes orgânicos dá-se principalmente pelas vias respiratória e cutânea, e os órgãos mais afetados são a pele e o Sistema Nervoso Central (Diarmid & Agnew, 1995).

Alterações otoneurológicas em trabalhadores expostos a solventes têm sido descritas em vários relatos. Por exemplo, um grupo exposto ocupacionalmente a Estireno apresentou tontura, observando-se em

decorrência pouca habilidade para reprimir nistagmo vestibular (Möller et al, 1990).

Os problemas vestibulares causados pelos solventes orgânicos ototóxicos podem aumentar a incidência de acidentes de trabalho em locais onde eles não são utilizados com a devida proteção, uma vez que são absorvidos por via cutânea e respiratória.

Alguns dos os solventes orgânicos ototóxicos em questão afetam de alguma forma o sistema nervoso, causando sintomas como: depressão do Sistema Nervoso Central, incoordenação, perda de memória, prejuízo na capacidade de concentração, dano no Sistema Nervoso Central e Periférico.

Neste estudo discutiremos os efeitos auditivos dos seguintes solventes ototóxicos:

#### TOLUENO ( $C_6H_5CH_3$ )

Também conhecido como Toluol e Metil Benzeno (Proctor, 1988), é um líquido incolor obtido do petróleo bruto (Cooper, 1997), componente da gasolina (Proctor, 1988). O Tolueno é um excelente solvente para pinturas, revestimentos, *thinners* e adesivos; muitos destes produtos são de uso doméstico (Baselt,1990). É largamente utilizado nas indústrias de borracha, pintura, tintura, cola, impressão, química e farmacêutica (Cooper, 1997).

A intoxicação ocorre por inalação ou contato do líquido com a pele, causando depressão do Sistema Nervoso Central (Baselt, 1990; Proctor, 1988).

## XILENO ( $C_6H_4(CH_3)_2$ )

Tem como sinônimos, Xilol, Dimetilbenzeno e Metil Tolueno (Cooper, 1997). Usado em pinturas, revestimentos, produtos de limpeza, pesticidas e gasolina (Baselt, 1990). Também usado em tintas, adesivos e muitos outros produtos (Cooper, 1997).

A contaminação também ocorre por inalação e contato com a pele (Baselt, 1990; Proctor, 1988).

## TRICLOROETILENO ( $ClCH = CCl_2$ )

Sinônimo: Tricloroetano (Proctor, 1988). Usado em limpeza a seco, em tinta de impressão, laca, pinturas, vernizes e adesivos. É também largamente utilizado em solventes para borracha, pinturas, ceras, resinas, minérios, vernizes, e como um intermediário para fabricar outros químicos orgânicos (Cooper, 1997). Tem uso restrito como anestésico e analgésico (Proctor, 1988).

A intoxicação ocorre por inalação (Proctor, 1988).

Trabalhadores expostos a níveis médios de Tricloroetileno, estimados de 100 a 200 ppm, têm relatado crescente incidência de fadiga, vertigem, tontura, dor de cabeça, perda de memória e prejuízo na habilidade de concentração (Proctor, 1988).

## DISSULFETO DE CARBONO (CS<sub>2</sub>)

O Dissulfeto de Carbono é utilizado como solvente para borracha, fósforo, óleos, resinas e ceras; inseticida, produtos agrícolas, pesticida; preparação de fibras de viscose *rayon* (Cooper, 1997; Proctor, 1988).

A exposição ocorre por inalação e por absorção pela pele (Baselt, 1990; Proctor, 1988).

O Dissulfeto de Carbono causa dano ao Sistema Nervoso Central e Periférico (Proctor, 1988).

## ESTIRENO (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>CH = CH<sub>2</sub>)

Também chamado de Pheniltileno e Vinilbenzeno, é usado como intermediário para sínteses químicas, como solvente para resinas sintéticas e na fabricação de plásticos (Baselt, 1990). O Estireno tem como matéria-prima em sua produção o Benzeno (Mendes, 1987).

A intoxicação ocorre por inalação ou absorção pela pele (Baselt, 1990; Proctor, 1988).

O Estireno causa irritação nos olhos e nas membranas mucosas, e é depressor do Sistema Nervoso Central (Proctor, 1988).

## MISTURA DE SOLVENTES

Um dos mais sinistros aspectos das ototoxinas é que elas podem interagir quando administradas simultaneamente. Isso tem deixado cada vez mais claro que os efeitos de muitas drogas ou agentes, quando apresentados

simultaneamente, ou seja combinados, não podem ser previstos corretamente com base no conhecimento de seus efeitos individuais (Murad & Gilman, 1985). Neste caso, muitas vezes o dano causado pela combinação de dois ou mais agentes pode exceder à simples soma dos danos que cada um produz isoladamente (Humes, 1984).

Dois termos devem ser definidos. São eles:

- Antagonismo - é a observação de que o efeito da exposição combinada é menor do que os efeitos individuais previstos;
- Sinergismo - é a observação de que o efeito da exposição combinada é maior do que os efeitos individuais previstos.

Deve-se sempre estar atento especialmente com o sinergismo que ocorre entre os solventes orgânicos ototóxicos entre si, e com outros agentes como fumo, álcool, ruído, entre outros.

## ESTUDOS QUE COMPROVAM A OTOTOXICIDADE DESTES SOLVENTES

### TOLUENO

Estudos em ratos sugerem que exposição a Tolueno causa um dano periférico permanente nas células ciliadas externas na cóclea (Johnson & Nylén, 1995).

Morata et al (1993), num estudo sobre os efeitos da exposição ocupacional a solventes e ruído na audição, entrevistaram e testaram a audição de trabalhadores da indústria gráfica de rotogravura. Os grupos

estudados incluíam, trabalhadores não expostos (N = 50) e expostos a ruído (N = 50), ruído e Tolueno (N = 51) e mistura de solventes orgânicos (N = 39). O risco de perda auditiva foi maior nos grupos expostos do que no grupo não exposto. O risco relativo ajustado estimado foi quatro vezes maior (95% CI, 1,4 a 12,2) para o grupo exposto a ruído, onze vezes maior (95% CI, 4,1 a 28,9) para o grupo exposto a ruído e Tolueno, e cinco vezes maior (95% CI, 1,4 a 17,5) para o grupo exposto a mistura de solventes. Os resultados sugerem que a exposição aos solventes estudados tem efeito tóxico no sistema auditivo. A prevalência de perda auditiva em frequências altas no grupo exposto simultaneamente a ruído e Tolueno (53%) foi muito maior que nos outros grupos: 8% grupo não exposto, 26% grupo exposto a ruído, e 18% no grupo exposto a mistura de solventes. Em outro estudo (Morata et al, 1997) ainda sobre os efeitos da exposição ocupacional a solventes e ruído na audição de trabalhadores de gráfica de rotogravura, os achados também sugerem que a exposição a Tolueno tem efeito tóxico no sistema auditivo.

Estes estudos comprovam a ototoxicidade do Tolueno e o seu efeito sinérgico com o ruído.

## XILENO

Concentrações de Xileno de 200 ppm ou mais, produzem irritação da mucosa, náusea, vômito, vertigem e incoordenação. Concentrações de Xileno no sangue que excedam a 3 mg/L, produzidas por exposição a Xileno de 300-400 ppm, causam significativo prejuízo do equilíbrio (Savolainen et al., 1979).

Alguns estudos sugerem que o Xileno é mais ototóxico em ratos que o Tolueno (Pryor et al, 1987). Contudo, algumas exposições a Xileno não causam, ou causam menor, alteração em ratos (Nylén et al, 1995). Estes resultados contraditórios são justificados tanto pela mistura de Xileno usada, como pelas diferenças na exposição, espécie e idade dos animais (Johnson & Nylén, 1995).

Este solvente, em estudos comparativos, afetou os limiares auditivos nas frequências mais baixas do que o Tolueno, e uma perda da sensibilidade auditiva nas frequências médias foi detectada em todos os estudos (Yano et al, 1992).

#### TRICLOROETILENO

Estudos apresentaram o Tricloroetileno (TCE) como agente tóxico com possíveis propriedades ototóxicas e vestibulotóxicas. Um caso relatado foi de um trabalhador com 10 anos de exposição profissional a TCE no setor de lavagem a seco, que sofreu uma perda auditiva sensorineural de alta frequência (Tomasini & Sartorell, 1971 apud Morata et al, 1997, em PAIR: Perda Auditiva Induzida pelo Ruído).

#### DISSULFETO DE CARBONO

Em um estudo foram medidas as funções da audição e do equilíbrio dos trabalhadores de uma fábrica de fibras *rayon*, expostos simultaneamente a ruído e a Dissulfeto de Carbono. Enquanto os níveis de ruído contínuo variaram de 86 dB A a 89 dB A, a concentração de Dissulfeto de Carbono variou de 88

mg/m<sup>3</sup> a 92 mg/m<sup>3</sup>, excedendo os limites internacionais de tolerância. Os participantes deste estudo foram entrevistados e tiveram sua audição e equilíbrio testados através de audiometria tonal e triagem vestibular. Foi observado que não apenas a porcentagem de perda auditiva era mais alta entre os trabalhadores expostos a ambos os agentes (60% versus 50%), mas também que as perdas auditivas eram mais sérias e que se instalavam mais cedo do que se o único fator ambiental tivesse sido exposição a ruído. Observou-se ainda uma associação estatisticamente significativa entre o tempo de exposição a Dissulfeto de Carbono e ruído e a ocorrência de perda auditiva ( $p < 0,01$ ), (Morata, 1989 apud Morata et al, 1997, em PAIR: Perda Auditiva Induzida pelo Ruído).

## ESTIRENO

Segundo Möller (1990), trabalhadores expostos a Estireno na indústria de construção de barcos na Suécia apresentaram alterações nas respostas corticais do sistema auditivo e distúrbios vestibulares. Outro grupo ocupacionalmente exposto a Estireno apresentou tontura e pouca habilidade para reprimir nistagmo vestibular.

Muijser et al (1988) sugere, em seu estudo que a exposição a Estireno pode afetar limiares auditivos nas frequências altas. A comparação entre o grupo experimental de trabalhadores menos expostos e o grupo dos mais expostos revela diferença estatisticamente significativa nos limiares auditivos nas frequências altas.

## MISTURAS DE SOLVENTES

Trabalhadores de uma refinaria (438) foram entrevistados, tiveram sua audição testada e suas exposições a ruído e solventes avaliadas. As medições realizadas comprovaram que as exposições a ruído e solventes não excederam os limites internacionais de tolerância; contudo, a prevalência de perda auditiva nos grupos expostos variou de 42 a 50%, excedendo significativamente a prevalência de 15 a 30% observada no grupo não exposto. Os achados indicam que os fatores associados a exposição a ruído devem ser considerados quando investigamos ou prevenimos a perda auditiva ocupacional (Morata et al, 1997).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exposição a solventes orgânicos dá-se principalmente pelas vias respiratória e cutânea, e os efeitos desta exposição afetam o sistema auditivo e, de alguma forma, o Sistema Nervoso Central.

Estudos sugerem que trabalhadores expostos a Tolueno apresentaram maior prevalência de perda auditiva em frequências altas, comprovando ter, este elemento, efeito tóxico no sistema auditivo, além de seu efeito sinérgico com o ruído. Outros estudos comprovam que a exposição a este produto químico causa depressão do Sistema Nervoso Central.

Pesquisas sugerem que concentrações de Xileno de 200 ppm, ou mais, produzem irritação da mucosa, náusea, vômito, vertigem e incoordenação, e concentrações de 300 a 400 ppm causam significativo prejuízo do equilíbrio.

O Xileno também tem sua ototoxicidade comprovada em pesquisas, as quais demonstram que esta substância afeta os limiares auditivos em frequências mais baixas do que o Tolueno. Em todos os estudos a perda da sensibilidade auditiva ocorreu nas frequências médias.

Trabalhadores expostos a níveis de Tricloroetileno entre 100 e 200 ppm têm apresentado crescente incidência de fadiga, vertigem, tontura, dor de cabeça, perda de memória e prejuízo na habilidade de concentração. Estudos sugerem que este solvente apresenta propriedades ototóxicas e vestibulotóxicas, sendo que a perda auditiva acomete os limiares auditivos em frequências altas.

Um estudo realizado com trabalhadores expostos a concentrações de Dissulfeto de Carbono variando entre 88 mg/m<sup>3</sup> a 92 mg/m<sup>3</sup> constatou que as

pessoas expostas a ruído e a este solvente apresentavam maior incidência de perda auditiva, sendo que, não somente tais perdas eram mais sérias, como se instalavam mais cedo do que se o único agente fosse o ruído. Verificou-se também que o Dissulfeto de Carbono também causa danos ao Sistema Nervoso Central e Periférico.

Estudos comprovam que a exposição a Estireno pode afetar os limiares auditivos nas frequências altas. Os trabalhadores expostos também apresentaram alterações nas respostas corticais do sistema auditivo e distúrbios vestibulares, além de apresentarem tontura e pouca habilidade para reprimir nistagmo vestibular.

Quando ocorre exposição a misturas de solventes, os danos causados não podem ser previstos com base nos efeitos individuais devido ao sinergismo que ocorre entre estas substâncias. Estudos comprovam que na exposição a ruído e misturas de solventes, mesmo não excedendo os limites internacionais de tolerância, a prevalência de perdas auditivas excede significativamente a prevalência observada no grupo não exposto. O que comprova que os efeitos dos agentes combinados não podem ser previstos, uma vez que, mesmo sem exceder os limites de tolerância, as perdas auditivas acontecem.

Todos os estudos citados no presente trabalho comprovam a ototoxicidade destes solventes orgânicos. A partir destas pesquisas, vemos que as substâncias em questão mostraram afetar os limiares auditivos nas frequências altas, com exceção do Xileno que mostrou afetar as frequências médias.

Faz-se necessário controlar a exposição dos trabalhadores expostos a estes solventes, principalmente porque os efeitos por eles causados, não são

apenas auditivos. Estudos realizados em humanos comprovaram que o Xileno, o Tricloroetileno e o Estireno afetam de alguma forma o Sistema Vestibular. Os trabalhadores a eles expostos apresentaram sintomas como: vertigem, incoordenação, prejuízo do equilíbrio, tontura, entre outros. Já o Tolueno, o Dissulfeto de Carbono, e o Estireno acometem o Sistema Nervoso Central. Nos estudos citados neste trabalho o Estireno é o único solvente que acomete tanto o Sistema Nervoso Central quanto o Sistema Vestibular. Os efeitos destas substâncias podem ser desastrosos, principalmente se pensarmos nos riscos que eles representam para a vida de trabalhadores que se expõem a riscos no seu ambiente de trabalho.

Em vista do que foi aqui apresentado, recomenda-se aos responsáveis pela saúde dos trabalhadores desenvolverem a preocupação pelo controle da audição dos funcionários expostos aos solventes orgânicos ototóxicos, uma vez que são comprovados seus efeitos sobre a capacidade auditiva. É essencial que os Programas de Prevenção de Perdas Auditivas levem em consideração a exposição a estes solventes, a fim de que seja possível alertar sobre, e, fundamentalmente, prevenir seus efeitos negativos, não apenas em relação à audição, mas sobre o organismo como um todo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- ABBATE, C; GIORGIANNI, C; MUNAO, F; BRECCIAROLI, R. Neurotoxicity induced by exposure to toluene. Na electrophysiologic study. **Int Arch Occup Environ Health**, **64**: 389-92, 1993.
- ALI, AS. Dermatoses Ocupacionais. In: MENDES, R ed. **Patologia do trabalho**. Rio de Janeiro, Editora Atheneu, 1995. p.139-72.
- BARREGARD, L & AXELSSON, A. Is there an ototraumatic interaction between noise and solvents? **Scand Audiol**, **13**:151-5, 1984.
- BASELT, RC & CRAVEY, RH. **Disposition of toxic drugs and chemicals in man**. 3 ed. Chicago: Yeav Book Medical, 1990. 875p.
- BERGSTRÖM, B & NYSTRÖM, B. Development of hearing loss during long term exposure to occupational noise. **Scand audiol**, **16**: 75-81, 1986.
- BISCALDI, GP; MINGARDI, M; POLLINI, G, et al. Acute toluene poisoning. Electroneurophysiological na vestibular investigations. **Toxicol Eur Res**, **3**:271-73, 1981.
- CALDAS, N & CALDAS NETO, S. **Surdez Súbita**. In: LOPES FILHO, O & CAMPOS, CAH. **Tratado de otorrinolaringologia**. São Paulo, Roca, 1994. p.869-80.
- CÂMARA, VM & GALVÃO, LAC. A patologia do trabalho numa perspectiva ambiental. In: MENDES, R ed. **Patologia do trabalho**. Rio de Janeiro, Editora Atheneu, 1995. p.609-30.
- COOPER, A. R. **Cooper's Toxic Exposure Desk Reference**. Boca Raton. CRC, 1997.

- DAYAL, VS & BAREK, WG. Cochlear changes from noise, kanamycin and aging: II, potentiating effects of noise and kanamycin. **Laryngoscope**, **85 suppl 1**: 8-11, 1975.
- DIARMID, MA & AGNEW, J. Efeitos do trabalho sobre a reprodução. In: MENDES, R ed. **Patologia do trabalho**. Rio de Janeiro, Editora Atheneu, 1995. p.389-427.
- GINSBERG, IA & WHITE, TP. **Considerações otológicas em audiologia**. In: KATZ, J eds. **Tratado de audiologia clínica**. 3 ed. Editora Manole, 1989. p.14-38.
- GINNOLD, RE. Occupational hearing loss: compensation under state and federal programs. Washington, DC: Environmental Protection Agency, 1979. (Report number 550/9 – 79-101).
- HUMES, LE. Noise-induced hearing loss as influenced by other agents and by some physical characteristics of the individual. **J Acoustic Soc Am**, **76**: 1318-29, 1984.
- JOHNSON, AC & NYLÉN, PR. Effects of industrial solvent on hearing. **Occup Med.**, **10**:623-40, 1995.
- MANUAIS DE LEGISLAÇÃO ATLAS. **Segurança e Medicina do Trabalho**. Vol. 16. 38 ed. São Paulo, Editora Atlas, 1997. 541p.
- MENDES, R. Benzenismo – subsídios para a identificação de grupos ocupacionais de mais elevado risco de exposição. **Bol. Soc. Bras. Hematol. Hemot.**, **9**:135-47, 1987.
- MÖLLER, C; ÖDKVIST,L; LARSBY, B, et al. Otoneurological findings in workers exposed to styrene. **Scand J Work Environ Health**, **16**: 189-94, 1990.

- MÖLLER, C; ÖDKVIST, LM; THELL, J; LARSBY, B; HYDÉN, D; BERGHOLTZ, LM, et al. Otoneurological findings in psycho-organic syndrome caused by industrial solvent exposure. **Acta Otolaryngol**, **107**:5-12, 1989.
- 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**, **19**: 245-54, 1993.
- MORATA, TC & DUNN, DE. Occupational exposure to noise and ototoxic organic solvents. **Arch Environ Health**, **49**:359-65, 1994.
- MORATA, TC; ENGEL, T; DURÃO, A; COSTA, TRS; KRIEG, EF; DUNN, D; LOZANO, A. Hearing loss from combined exposures among petroleum refinery workers. **Scand Audiol**, **26**: 141-49, 1997.
- MORATA, TC; FIORINI, AC; FISCHER, FM; COLACIOPPO, S; WALLINGFORD, KM; KRIEG, EF; DUNN, DE; GOZZOLI, L; PADRÃO, MA; CESAR, CLG. Tolueno-induced hearing loss among rotogravure printing workers. **Scand J Work Environ Health**, **23(4)**: 289-98, 1997.
- MORATA, TC; DUNN, DE; SIEBER, KW. – Perda auditiva e a exposição ocupacional a agentes ototóxicos. Em: NUDELMANN, AA; COSTA, EA; SELIGMAN, J; IBAÑEZ, RN orgs. **PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído**. Porto Alegre, Bagagem Comunicação, 1997. p. 189-201.
- MUIJSER, H; HOOGENDIJK, EMG; HOOISMA, J. The effects of occupational exposure to styrene on high-frequency hearing thresholds. **Toxicology**, **49**: 331-40, 1988.
- MURAD, F & GILMAN, AG. – Drug interactions. In: GILMAN, AG; GOODMAN, LS; HALL, TW; MURAD, F. eds. **Goodman and Gilman's the**

**pharmacological basis of therapeutics.** 7 th ed. New York: Macmillan, 1985.

NYLÉN, P; HAGMAN, M; JOHNSON, AC. Function of auditory system, the visual systems, and peripheral nerve after long-term combined exposure to toluene and ethanol in rats. **Pharmacol Toxicol**, **76**: 107-111, 1995.

PRYOR, GT; REBERT, CS; HOWD, RA. Hearing loss in rats caused by inhalation of mixed xylenes and styrene. **J Appl Toxicol**, **7**: 55-61, 1987.

PROCTOR, NH. et al. **Chemical Hazards of the Workplace.** 2 ed. Philadelphia. J. B. Lippincot, 1988. 553p.

SANTOS, TMM & RUSSO, ICP. **A prática da audiologia clínica.** 4 ed. São Paulo, Cortez, 1993. 253p.

SAVOLAINEN, K; RIIHIMAKI,V; LINNOILA,M. Effects of short-term xylene exposure on psychophysiological functions in man. **Int. Arch. Occ. Env. Health**, **44**: 201-11, 1979.

United States (US) Department of Labor, Occupational Safety and Administration. Final regulatory analysis of the hearing conservation amendment. Washington, DC: US Government Printing Office, 1981. (Report number 723 - 860/752 1 – 3.)

YANO, BL; DITTENBER, DA; ALBEE, RR; MATTSSON, JL. Abnormal auditory brainstem responses and cochlear pathology in rats induced by an exaggerated styrene exposure regimen. **Toxicol Pathol**, **20**: 1-6, 1992.