Riscos Auditivos Induzidos pelo Metanol na Indústria de Papel: Uma análise ocupacional

Autor(res)

Rosemary Matias
Lucas Facco Silva
Gilberto Gonçalves Facco
Eliane Gonçalves Facco

Categoria do Trabalho

Pós-Graduação

Instituição

CENTRO UNIVERSITÁRIO ANHANGUERA DE CAMPO GRANDE

Introdução

O metanol (CHOH) é amplamente utilizado na indústria de papel, especialmente em processos de dissolução, extração e como solvente. Embora essencial para a fabricação de papel e celulose, a exposição ocupacional ao metanol pode resultar em sérios problemas de saúde. Sua toxicidade afeta principalmente o sistema nervoso central, podendo causar danos ao cérebro, olhos e fígado (Health Council of The Netherlands, 2010; Ashurst; Schaffer; Nappe, 2025). Além disso, a exposição prolongada a esse composto associa-se a problemas auditivos, dado seu potencial ototóxico (Hodgkinson; Prasher, 2005). Em ambientes industriais com múltiplos agentes, o risco é agravado pelo ruído, com potencialização de danos auditivos (Ren et al., 2023).
Evidências recentes orientam a avaliação nesse cenário: revisão metodológica indica que solventes requerem bateria audiológica ampliada, incluindo audiometria tonal e de altas frequências, emissões otoacústicas, potenciais evocados do tronco encefálico e testes de processamento auditivo central, para detectar lesões cocleares e centrais muitas vezes subclínicas (Roggia et al., 2023).
Em paralelo, modelos experimentais de agressão ao sistema auditivo central reforçam o papel de neuroinflamação e estresse oxidativo e sugerem que abordagens neuroprotetoras podem mitigar déficits, salientando a necessidade de vigilância das vias centrais em exposições químicas (Perumal et al., 2023). No âmbito sistêmico, em intoxicação aguda por metanol, a razão neutrófilo/linfócito supera a razão plaqueta/linfócito na predição de desfechos, oferecendo marcador prognóstico acessível que pode complementar a resposta a eventos ocupacionais (Abdelwahab et al., 2022).

Objetivo

O objetivo deste estudo é analisar a relação entre a exposição ao metanol na indústria de papel e o desenvolvimento de problemas auditivos nos trabalhadores. O estudo foca nos mecanismos de toxicidade do metanol, identificando os riscos à saúde auditiva ocupacional, e propõe recomendações de medidas de controle e monitoramento adequados, visando mitigar impactos dessa exposição nos trabalhadores.

Material e Métodos

A pesquisa é qualitativa, descritiva e exploratória, ancorada na Análise de Conteúdo de Bardin (2011). A coleta baseou-se em levantamento bibliográfico de artigos científicos, documentos técnicos, relatórios de segurança e normas regulatórias referentes ao uso de metanol na indústria de papel e aos impactos na saúde auditiva. Definiram-se critérios de inclusão (textos com foco em exposição ao metanol, audição ocupacional, interação com ruído, métodos audiológicos) e exclusão (opiniões sem base empírica, duplicatas, escopo fora do tema). As fontes foram triadas por título e resumo, com leitura integral dos selecionados.

A análise ocorreu em três etapas: (1) pré-análise, com leitura flutuante e organização do corpus; (2) exploração do material, com codificação temática e categorização de conteúdos relativos a exposição a metanol, potenciais efeitos ototóxicos periféricos e centrais, coexposição a ruído e desfechos audiológicos; (3) tratamento dos resultados, integrando evidências sob a ótica da toxicologia ocupacional e da saúde auditiva. Variáveis extraídas incluíram contextos de processo, indicadores de exposição, instrumentos de avaliação audiológica, achados clínicos e recomendações de vigilância.

Os dados foram sintetizados por convergência de achados e lacunas, buscando padrões entre perfis de exposição e efeitos no sistema auditivo. Quando pertinente, foram contrastados métodos de avaliação (p. ex., audiometria, emissões otoacústicas, potenciais evocados) e implicações para monitoramento ocupacional. O objetivo metodológico foi sustentar, com base documental, a correlação entre exposição ao metanol e riscos auditivos na indústria de papel, considerando cenários de múltiplas exposições.

Resultados e Discussão

Os resultados indicaram que o metanol, embora não amplamente reconhecido como ototóxico em estudos anteriores, pode causar danos auditivos quando associado a outros fatores ambientais, como o ruído ocupacional (Hodgkinson; Prasher, 2005). Trabalhadores expostos a concentrações elevadas apresentaram sinais compatíveis com perda auditiva química, e a literatura recente confirma que solventes, entre eles o metanol, afetam a função auditiva em contextos de exposição prolongada e controle de risco insuficiente, com efeito potencializador do ruído sobre as vias periféricas e centrais (Ren et al., 2023). Persistem lacunas normativas no Brasil quanto a diretrizes específicas para o metanol, ao passo que documentos internacionais recomendam limites de exposição, medidas de engenharia, EPIs e vigilância contínua (EPA, 2016; Health Council of the Netherlands, 2010).

A síntese metodológica de Roggia et al. (2023) sustenta que avaliações em populações expostas a solventes devem ir além da audiometria tonal convencional, incorporando audiometria de altas frequências, emissões otoacústicas evocadas, potenciais evocados auditivos de tronco encefálico e testes de processamento auditivo central. No presente corpus, quando tais instrumentos foram empregados, aumentou-se a detecção de alterações subclínicas, sugerindo lesões iniciais cocleares e disfunções centrais compatíveis com os mecanismos propostos para solventes. Esses achados reforçam que programas de vigilância na indústria de papel precisam de baterias diagnósticas ampliadas para captar efeitos precoces e orientar intervenções.

Evidências experimentais indicam, ainda, a relevância de processos neuroinflamatórios e de estresse oxidativo em perdas auditivas não puramente cocleares. Em modelo de perda auditiva por onda de explosão, Perumal et al. (2023) mostraram benefício neuroprotetor de minociclina e de sua nanoformulação sobre estruturas do sistema auditivo central. Embora o modelo não envolva metanol, os resultados são coerentes com a hipótese de que agentes químicos e ruído possam convergir em vias inflamatórias centrais, sustentando a necessidade de monitoramento de funções supra-liminares e o potencial de estratégias adjuvantes no manejo de expostos.

No manejo de exposições agudas, marcadores hematológicos simples podem complementar a avaliação clínica. Abdelwahab et al. (2022) demonstraram que a razão neutrófilo-linfócito supera a razão plaqueta-linfócito na predição de desfechos em intoxicação aguda por metanol. Em cenários industriais, tal indicador pode apoiar

decisões em incidentes, articulado a biomarcadores específicos e exames audiológicos seriados.
Em conjunto, os resultados apontam para três implicações: primeiro, hierarquia de controles com prioridade para medidas de engenharia, enclausuramento de fontes, ventilação local exaustora e gestão de ruído; segundo, vigilância audiológica expandida e periódica que integre testes periféricos e centrais conforme Roggia et al. (2023); terceiro, protocolos de resposta a incidentes com inclusão de avaliação clínica-laboratorial imediata, contemplando a razão neutrófilo-linfócito como marcador prognóstico, além de fluxos de encaminhamento e reavaliação audiológica. Essas diretrizes podem mitigar riscos auditivos induzidos pelo metanol na indústria de papel e reduzir subdiagnósticos em exposições combinadas.

Conclusão

Este estudo destaca a relevância de monitorar a exposição ao metanol na indústria de papel, considerando os potenciais riscos à saúde auditiva dos trabalhadores. Embora o metanol seja comumente utilizado no setor, a falta de regulamentos específicos para os riscos auditivos ocupacionais associados à sua exposição é preocupante. Medidas de controle adequadas, como monitoramento da audição e proteção individual, são essenciais para minimizar os danos auditivos ocupacionais.

Agência de Fomento

CAPES-Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

Referências

ABDELWAHAB, H. M. et al. Neutrophil-to-lymphocyte ratio versus platelet-to-lymphocyte ratio in predicting clinical outcomes in acute methanol poisoning. Human & Experimental Toxicology, v. 41, e09603271221102504, 2022.

ASHURST, J. V.; SCHAFFER, D. H.; NAPPE, T. M. Methanol toxicity. StatPearls Publishing, 2025.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2016.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Toxicological Review of Methanol. Washington, D.C.: EPA, 2016.

HEALTH COUNCIL OF THE NETHERLANDS. Methanol: Health-based recommended occupational exposure limit. Health Council of the Netherlands, 2010.

HODGKINSON, L.; PRASHER, D. Effects of industrial solvents on hearing and balance: a review. Noise & Health, v. 7, n. 27, p. 1–20, 2005.

PERUMAL, V. et al. Effect of minocycline and its nano-formulation on central auditory system in blast-induced hearing loss rat model. Journal of Otology, v. 18, n. 1, p. 38–48, 2023.

REN, J. et al. Occupational Hearing Loss Associated with the Combined Exposure of Solvents and Noise: A Systematic Review and Meta-Analysis. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 9, n. 4, 2023.

ROGGIA, S. M. et al. Audiological tests used in the evaluation of the effects of solvents on the human auditory system: a mixed methods review. Seminars in Hearing, v. 44, n. 4, 2023.