



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.



28º Encontro de Atividades Científicas

03 a 07 de novembro de 2025

Evento Online

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.