

Avaliação dos Riscos Ocupacionais e Toxicológicos do Uso do Glutaraldeído no Reprocessamento de Sondas de Ecocardiograma Transesofágico (ETE)

Assessment of Occupational and Toxicological Risks of Glutaraldehyde Use in the Reprocessing of Transesophageal Echocardiography (TEE))

davi.avelino@gmail.com

DAVI AVELINO DA SILVA

Doutorando em Engenharia e Gestão do Conhecimento - UFSC

DAVID MOLINA CARNEIRO

UFSC

RESUMO

Objetivo: Avaliar os riscos ocupacionais e toxicológicos relacionados ao uso do glutaraldeído no reprocessamento de sondas de ecocardiograma transesofágico (ETE) em um hospital universitário. **Metodologia:** Realizou-se estudo observacional, descritivo e quantitativo no setor responsável pelo reprocessamento das sondas de ETE. A coleta de dados incluiu observação direta das etapas de trabalho, registros fotográficos do ambiente e levantamento quantitativo da concentração de glutaraldeído. Foram avaliadas as condições de ventilação, o acondicionamento e a vedação dos recipientes, as etapas de manipulação do agente químico, a organização da área de trabalho e a utilização de equipamentos de proteção individual. **Resultados e Discussão:** A concentração de glutaraldeído identificada no ambiente foi de 0,05394 [unidade], demonstrando a presença do agente químico na área de reprocessamento. As atividades de abertura dos recipientes, imersão, retirada e enxágue das sondas foram identificadas como etapas com potencial de exposição ocupacional. A manipulação do glutaraldeído pode causar irritação ocular, cutânea e respiratória, especialmente quando associada à ventilação insuficiente, à vedação inadequada dos recipientes e ao uso incompleto de medidas de proteção. **Considerações Finais:** Conclui-se que o reprocessamento de sondas de ETE com glutaraldeído demanda medidas contínuas de prevenção e controle, incluindo ventilação e exaustão adequadas, recipientes corretamente vedados, uso apropriado de equipamentos de proteção individual, capacitação periódica dos profissionais e monitoramento ambiental. Essas medidas são essenciais para reduzir a exposição dos trabalhadores sem comprometer a efetividade da desinfecção de alto nível e a segurança do paciente.

Palavras-chave: Glutaraldeído; Risco ocupacional; Toxicologia; Ecocardiografia transesofágica; Desinfecção de alto nível.

ABSTRACT

Objective: To assess the occupational and toxicological risks associated with the use of glutaraldehyde in the reprocessing of transesophageal echocardiography (TEE) probes at a university hospital. **Methodology:** An observational, descriptive, and quantitative study was conducted in the sector responsible for TEE probe reprocessing. Data collection included direct observation of work activities, photographic documentation of the environment, and quantitative measurement of glutaraldehyde concentration. Ventilation conditions, storage and sealing of containers, chemical handling procedures, work-area organization, and the use of personal protective equipment were assessed. **Results and Discussion:** The glutaraldehyde concentration identified in the work environment was 0.05394 [unit], demonstrating the presence of the chemical agent in the probe reprocessing area. Opening containers, immersing probes, removing probes from the solution, and rinsing procedures were identified as activities with potential occupational exposure. Glutaraldehyde handling may cause eye, skin, and respiratory irritation, particularly when associated with insufficient ventilation, inadequate container sealing, and incomplete use of protective measures. **Final Considerations:** It is concluded that TEE probe reprocessing with glutaraldehyde requires continuous preventive and control measures, including adequate ventilation and local exhaust systems, properly sealed containers, appropriate use of personal protective equipment, periodic staff training, and environmental monitoring. These measures are essential to reduce workers' exposure without compromising the effectiveness of high-level disinfection and patient safety.

Keywords: Glutaraldehyde; Occupational risk; Toxicology; Transesophageal echocardiography; High-level disinfection.

1 - INTRODUÇÃO

O ecocardiograma transesofágico (ETE) constitui ferramenta diagnóstica e de monitorização amplamente empregada na prática cardiovascular, perioperatória e em unidades de terapia intensiva. Por ser introduzida no trato digestivo superior, a sonda de ETE entra em contato com mucosas e secreções, o que a caracteriza como produto para saúde semicrítico. Conforme a Resolução RDC nº 15/2012 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), esses dispositivos devem ser submetidos à limpeza seguida, no mínimo, de desinfecção de alto nível, processo capaz de eliminar a maioria dos microrganismos, incluindo micobactérias e fungos, embora não necessariamente elevada carga de esporos bacterianos (ANVISA, 2012).

O ecocardiograma transesofágico (ETE) é uma ferramenta diagnóstica essencial na cardiologia moderna, exigindo que o transdutor entre em contato direto com as membranas mucosas do paciente. Devido à sua natureza semicrítica, esses dispositivos requerem desinfecção de alto nível (HLD) após cada uso para prevenir a transmissão de patógenos.

O glutaraldeído (GA) tem sido historicamente o agente de escolha para esse processo devido ao seu amplo espectro de atividade antimicrobiana, baixo custo e compatibilidade com materiais sensíveis ao calor.

No entanto, o uso disseminado do glutaraldeído trouxe à tona preocupações significativas quanto à saúde dos profissionais responsáveis pelo reprocessamento desses equipamentos. A volatilidade do composto resulta em vapores tóxicos que podem contaminar o ar ambiente das salas de desinfecção, expondo enfermeiros e técnicos a riscos químicos substanciais. Este artigo revisa os danos documentados à saúde humana, as práticas de

segurança necessárias e as alternativas emergentes no contexto específico da ecocardiografia.

Nesse contexto, o glutaraldeído tem sido utilizado como agente químico para a desinfecção de alto nível de produtos para saúde termossensíveis, devido à sua atividade microbicida de amplo espectro. Seu mecanismo de ação está relacionado à ligação cruzada de proteínas celulares, levando à inativação de estruturas e funções essenciais dos microrganismos (AIUM, 2025). Contudo, a efetividade do processo não depende exclusivamente da escolha do desinfetante, mas também da execução rigorosa de etapas como pré-limpeza, limpeza, secagem, imersão pelo tempo recomendado, enxágue, secagem final, armazenamento e rastreabilidade do processamento (ANVISA, 2012; AIUM, 2025).

Embora a desinfecção adequada seja indispensável para a segurança do paciente, o uso do glutaraldeído traz riscos ocupacionais relevantes para os profissionais envolvidos no reprocessamento de sondas de ETE. A exposição pode ocorrer principalmente por inalação de vapores e aerossóis, contato cutâneo ou ocular durante o preparo da solução, abertura de recipientes, imersão e retirada das sondas, enxágue e descarte do produto. A magnitude desse risco é influenciada pela frequência das atividades, concentração e temperatura da solução, tempo de exposição, condições de ventilação, técnicas de trabalho e disponibilidade de equipamentos de proteção individual (EPI) (Smith; Wang, 2006).

Do ponto de vista toxicológico, o glutaraldeído é reconhecido como irritante para olhos, pele e vias aéreas, além de potencial sensibilizante cutâneo e respiratório. Entre os efeitos descritos em trabalhadores expostos estão ardor ocular, conjuntivite, irritação nasal e faríngea, tosse, dispneia, sibilância, dermatite de contato e exacerbação ou desenvolvimento de asma ocupacional (NIOSH, 2001; ATSDR, 2024). A relevância desses efeitos é reforçada por evidências de que sintomas respiratórios e dermatológicos podem ocorrer em ambientes de assistência à saúde nos quais o glutaraldeído é manipulado, particularmente quando há ventilação insuficiente, falhas no fechamento dos recipientes ou uso inadequado de medidas de proteção coletiva e individual (Smith; Wang, 2006).

Além da exposição química, o reprocessamento de sondas de ETE exige atenção à integridade física do dispositivo. Falhas ou danos na superfície da sonda podem favorecer retenção microbiana e comprometer a efetividade da limpeza e da desinfecção. Há relato de surto hospitalar por *Pseudomonas aeruginosa* multirresistente associado a defeito físico em uma sonda de ETE, evidenciando que a prevenção de riscos deve articular controle de infecção, inspeção do equipamento e proteção do trabalhador (Seki et al., 2013; AIUM, 2025).

Dessa forma, a avaliação dos riscos ocupacionais e toxicológicos do uso do glutaraldeído no reprocessamento de sondas de ETE é fundamental para conciliar a segurança microbiológica do paciente com a proteção da saúde dos trabalhadores. Esse processo deve considerar a identificação das fontes e vias de exposição, o cumprimento das instruções do fabricante da sonda e do saneante, a monitorização dos parâmetros de efetividade do desinfetante, a existência de ventilação/exaustão adequada, a capacitação periódica da equipe, o uso correto de EPI e a análise de alternativas tecnológicas ou químicas compatíveis com o dispositivo (ANVISA, 2012; AIUM, 2025).

2 - METODOLOGIA

Trata-se de um estudo observacional, descritivo, de corte transversal e abordagem quantitativa, realizado no setor de Ambulatório de Cardiologia de um hospital universitário localizado na região Sul, no período de Julho de 2023. O estudo teve por objetivo caracterizar o processo de reprocessamento de sondas de ecocardiograma

transesofágico (ETE) e avaliar a exposição ocupacional ao glutaraldeído durante as atividades de desinfecção de alto nível.

O cenário foi selecionado por utilizar sondas de ETE reutilizáveis, classificadas como produtos para saúde semicríticos. De acordo com a RDC nº 15/2012, esses dispositivos devem ser submetidos à limpeza seguida, no mínimo, de desinfecção de alto nível antes de um novo uso (ANVISA, 2012).

A coleta de dados foi realizada em duas etapas. A primeira consistiu em observação direta e sistematizada das atividades de reprocessamento das sondas. Para isso, utilizou-se um instrumento elaborado pelos pesquisadores, contendo itens relativos à organização do ambiente, etapas do processamento, tipo e concentração nominal do desinfetante empregado, frequência de reprocessamento, condições de ventilação, presença de exaustão, acondicionamento da solução, vedação dos recipientes, uso de equipamentos de proteção individual (EPI), descarte do produto químico e procedimentos de limpeza, desinfecção, enxágue, secagem e armazenamento da sonda.

A segunda etapa correspondeu à avaliação quantitativa da exposição ao glutaraldeído no ambiente de trabalho. As amostras foram coletadas durante atividades potencialmente geradoras de vapores químicos, como abertura dos recipientes de desinfecção, preparação ou ativação da solução, imersão e retirada das sondas, enxágue, substituição e descarte do glutaraldeído.

A determinação analítica do glutaraldeído foi conduzida pelo método NIOSH 2531, com análise por cromatografia líquida de alta eficiência com detector ultravioleta (HPLC-UV). O método OSHA 64 utiliza filtros de fibra de vidro tratados com 2,4-dinitrofenilhidrazina para retenção e posterior análise do glutaraldeído; o método NIOSH 2531 também permite avaliar concentrações de curta duração, importantes para identificar picos de exposição durante tarefas específicas.

Foram registrados para cada amostra a data, o horário, a atividade realizada, o tempo de coleta, a vazão da bomba, o volume total de ar aspirado, o local de instalação do amostrador e a concentração de glutaraldeído obtida pelo laboratório. Também foram utilizados 2 brancos de campo para controle de possíveis contaminações durante transporte, armazenamento e manipulação dos dispositivos de coleta.

Os registros fotográficos foram realizados para documentar as condições estruturais e operacionais do ambiente, incluindo recipientes de imersão, condições de vedação, bancadas, ventilação, sinalização de risco e EPI disponíveis. As imagens foram obtidas sem identificação de pacientes, trabalhadores, prontuários, crachás ou quaisquer informações confidenciais. Quando houver pessoas identificáveis, a utilização das imagens deve ser autorizada e submetida à apreciação ética adequada, conforme a Resolução CNS nº 466/2012 (Brasil, 2012).

Os dados foram organizados em planilha eletrônica e analisados por estatística descritiva. Para as variáveis observacionais, foram calculadas frequências absolutas e relativas. Para as concentrações de glutaraldeído, foram apresentados valores mínimo, máximo, média, mediana e desvio-padrão, conforme aplicável. A avaliação quantitativa foi utilizada para dimensionar a exposição ocupacional e subsidiar a análise das medidas de prevenção existentes, em consonância com os princípios previstos na NR nº 09 (Brasil, 2021).

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RESULTADOS

Os resultados demonstraram que o reprocessamento das sondas de ETE no setor avaliado envolve potencial exposição ocupacional ao glutaraldeído, especialmente nas etapas de limpeza da sonda. A identificação de concentrações mais elevadas durante a atividade

sugere que esse procedimento representa um momento crítico para a liberação de vapores químicos no ambiente.

A exposição ao glutaraldeído pode ocorrer por inalação de vapores, contato da solução com pele e mucosas ou respingos durante o manuseio. Entre os efeitos associados à exposição ocupacional estão irritação ocular, nasal e respiratória, tosse, dificuldade respiratória, dermatite de contato e sensibilização respiratória, incluindo manifestações compatíveis com asma ocupacional (NIOSH, 2001; Smith; Wang, 2006).

A ausência de exaustão local e a presença de recipientes inadequadamente vedados/manipulação frequente do produto podem contribuir para a elevação da exposição por inalação. A ventilação geral do ambiente, embora importante, pode não ser suficiente para controlar a emissão de vapores próximo à fonte geradora, especialmente durante a abertura dos recipientes e a retirada da sonda da solução.

A medição de concentração do agente foi medida através do amostrador DNPH128B e a medição foi realizada de acordo com a metodologia NIOSH, o valor encontrado na medição STEEL foi de 0,05394, valor este acima do limite imposto pela ACGIH.

3.2. PROCESSOS DE LIMPEZA E DESINFECÇÃO EM ECOCARDIOGRAFIA

A desinfecção de sondas de ETE envolve etapas críticas que aumentam a probabilidade de exposição ocupacional. O processo geralmente começa com a limpeza manual imediata após o procedimento, seguida pela imersão em soluções de glutaraldeído (tipicamente a 2%) por períodos que variam de 10 a 20 minutos. A imersão prolongada e repetida é necessária para garantir a eliminação de microrganismos, mas pode acelerar a deterioração da bainha protetora do instrumento.

O manuseio da sonda durante a transferência para os tanques de imersão e o enxágue subsequente para remover resíduos do químico são momentos de alta vulnerabilidade.

A falha em enxaguar adequadamente o equipamento não só coloca o paciente em risco de lesões químicas, como inchaço da língua e diarreia, mas também mantém o pessoal exposto ao desinfetante residual durante o armazenamento e a preparação para o próximo uso.

3.3 RISCOS OCUPACIONAIS E EFEITOS NA SAÚDE

A exposição ao glutaraldeído é reconhecida como um risco ocupacional importante no ambiente hospitalar, afetando múltiplos sistemas orgânicos.

3.3.1 RISCOS RESPIRATÓRIOS E ASMA OCUPACIONAL

A asma ocupacional é um dos efeitos adversos mais graves e bem documentados da exposição ao GA.

Estudos demonstram que profissionais de saúde podem desenvolver asma induzida por irritantes ou sensibilizantes, mesmo quando os níveis de exposição estão abaixo dos padrões de referência estabelecidos. A sensibilização imunológica pode ocorrer, e a remoção precoce da fonte de exposição é muitas vezes a única maneira de prevenir o agravamento crônico da condição.

Sintomas respiratórios agudos e crônicos incluem:

- Tosse e chiado: Sintomas comuns relatados por trabalhadores expostos
- Irritação das vias aéreas: Inflamação do epitélio escamoso e metaplasia nas vias respiratórias superiores e inferiores
- Rinite e epistaxe: Frequentes em ambientes com ventilação inadequada
- Redução da função pulmonar: Diminuições significativas no FEV1 e FVC foram observadas em enfermeiros após turnos de trabalho envolvendo o uso de GA

Estudos experimentais em roedores confirmam que o vapor de GA é um irritante sensorial potente, capaz de causar danos teciduais mesmo em baixas concentrações.

3.3.2 DERMATITE DE CONTATO E EFEITOS CUTÂNEOS

O contato direto ou a exposição a vapores pode causar dermatite de contato alérgica e irritativa. Relatos de casos descrevem profissionais desenvolvendo queimaduras graves e manchas escuras na pele após exposição acidental ou crônica. A dermatite é uma das condições mais reportadas entre enfermeiros que processam equipamentos endoscópicos, sendo 3,6 vezes mais provável de ocorrer em trabalhadores expostos em comparação com controles. A sensibilização à pele pode persistir por longos períodos, dificultando o retorno do profissional às funções que envolvam o manuseio do produto.

3.4 TOXICIDADE SISTÊMICA E SINTOMAS GERAIS

Além dos efeitos locais, a exposição ao GA está associada a sintomas sistêmicos e possíveis danos neurológicos:

- Sintomas Neurocognitivos: Estudos indicam deficiências na velocidade de processamento de informações, tempo de reação e precisão das respostas em trabalhadores com exposição prolongada e proteção precária
- Cefaleia e Fadiga: Dores de cabeça são sintomas frequentemente relatados por equipes de enfermagem em unidades de endoscopia e ecocardiografia
- Irritação Ocular: Lacrimação e olhos vermelhos são comuns devido à sensibilidade da mucosa ocular aos vapores do desinfetante

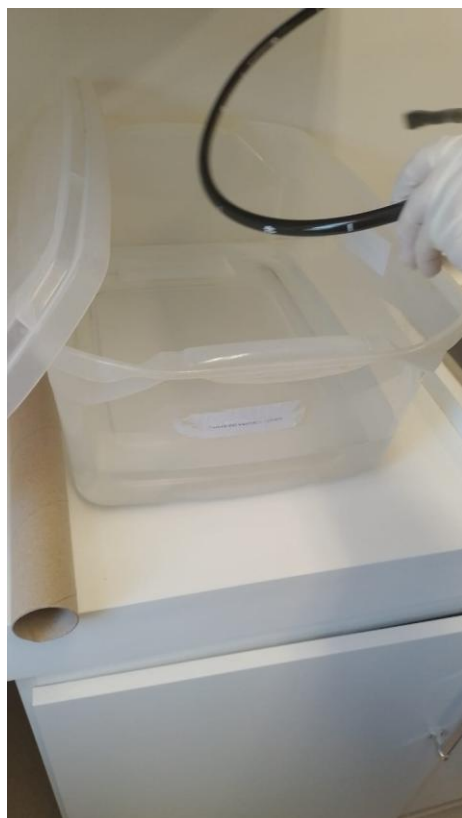
3.5. CONFIGURAÇÃO DO AMBIENTE

Figura 1 – Área destinada ao reprocessamento das sondas de ETE.



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

Figura 2 – Recipiente utilizado para imersão da sonda em solução de glutaraldeído.



Fonte: Acervo dos autores, 2023.

A observação de uso inadequado de EPI representa um fator adicional de risco. As luvas reduzem a exposição cutânea, enquanto a proteção ocular diminui o risco de respingos em conjuntivas. Contudo, os EPI não substituem medidas de proteção coletiva, como recipientes com vedação eficiente, ventilação adequada, exaustão local e padronização das rotinas de trabalho.

A adoção de medidas de proteção ao trabalhador não deve comprometer a efetividade da desinfecção de alto nível. O processamento de sondas semicríticas exige limpeza prévia, uso de desinfetante compatível com o dispositivo, respeito ao tempo de contato, enxágue adequado, secagem e armazenamento seguro, conforme os requisitos de boas práticas estabelecidos para o processamento de produtos para saúde (ANVISA, 2012).

Assim, os achados reforçam a necessidade de aprimorar as medidas de controle da exposição ocupacional ao glutaraldeído no setor avaliado. As ações prioritárias incluem revisão do sistema de ventilação e exaustão, verificação da vedação dos recipientes, capacitação periódica dos profissionais, fornecimento e fiscalização do uso de EPI, padronização do reprocessamento e monitoramento ambiental periódico da concentração do agente químico.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu avaliar os riscos ocupacionais e toxicológicos relacionados ao uso do glutaraldeído no reprocessamento de sondas de ecocardiograma transesofágico em um hospital universitário. A associação entre observação direta do processo de trabalho,

registros fotográficos e avaliação quantitativa da concentração do agente químico possibilitou identificar os pontos críticos do reprocessamento e as condições que podem favorecer a exposição dos trabalhadores.

Os resultados quantitativos indicaram concentração de glutaraldeído de 0,05394 PPM no ambiente avaliado. Esse resultado evidencia a presença do agente químico na área de reprocessamento das sondas de ecocardiograma transesofágico e reforça a necessidade de medidas permanentes de prevenção e controle da exposição ocupacional. As etapas de preparo, abertura dos recipientes, imersão, retirada e enxágue das sondas devem receber atenção especial, por apresentarem potencial de liberação de vapores de glutaraldeído. (NIOSH, 2001; Smith; Wang, 2006).

As condições observadas no setor, como ausência de exaustão local, vedação inadequada dos recipientes, ventilação limitada, manipulação frequente da solução e uso incompleto de EPI] podem contribuir para o aumento do risco ocupacional. Dessa forma, a proteção do trabalhador não deve depender exclusivamente do uso de equipamentos de proteção individual, mas priorizar medidas de proteção coletiva e controles na fonte emissora, incluindo recipientes adequadamente vedados, ventilação e exaustão local eficazes, padronização das rotinas, capacitação periódica e monitoramento ambiental do glutaraldeído.

Também se destaca que a prevenção da exposição química deve ocorrer de maneira integrada à segurança microbiológica do paciente. As sondas de ETE são produtos semicríticos e necessitam de limpeza seguida de desinfecção de alto nível antes da reutilização. Assim, qualquer modificação no processo de reprocessamento deve assegurar a compatibilidade com o equipamento, a efetividade microbiológica do método e o cumprimento das boas práticas estabelecidas para o processamento de produtos para saúde (ANVISA, 2012; AIUM, 2025).

Conclui-se que o gerenciamento do risco associado ao glutaraldeído requer uma abordagem contínua, envolvendo identificação das fontes de exposição, avaliação quantitativa periódica, vigilância da saúde dos trabalhadores, capacitação da equipe e adoção de controles de engenharia e administrativos. A avaliação quantitativa realizada pode subsidiar o planejamento de medidas preventivas e a revisão do Programa de Gerenciamento de Riscos do hospital, considerando que a NR nº 09 prevê a avaliação das exposições ocupacionais para comprovar seu controle e dimensionar a exposição dos trabalhadores (Brasil, 2021).

Por fim, recomenda-se que futuros estudos ampliem o número de coletas ambientais, contemplem diferentes turnos e períodos de trabalho, investiguem possíveis sintomas relacionados à exposição entre os profissionais e comparem a efetividade de tecnologias alternativas de desinfecção compatíveis com as sondas de ETE. Essas iniciativas podem contribuir para reduzir a exposição ao glutaraldeído sem comprometer a qualidade do reprocessamento e a segurança assistencial.

REFERÊNCIAS

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR).

Glutaraldehyde toxguide. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, [s. d.].

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 15, de 15 de março de 2012.** Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde. Brasília, DF: ANVISA, 2012.

AL-BATANONY, A.; EL-SHAFIE, K. Evaluation of occupational exposure to glutaraldehyde among endoscopy nursing staff in menoufiya university hospital. **Egyptian Journal of Occupational Medicine**, v. 31, n. 1, p. 75–85, jan. 2007. DOI: 10.21608/EJOM.2007.618.

ALDEHYDE disinfectants and health in endoscopy unit: The report of a working party of the British Society of Gastroenterology Endoscopy Committee. **Gut**, v. 34, n. 11, p. 1641–1645, nov. 1993. DOI: 10.1136/GUT.34.11.1641.

ALLERGIC contact dermatitis from glutaraldehyde in health-care workers. **Contact Dermatitis**, v. 43, n. 3, p. 150–156, set. 2000. DOI: 10.1034/J.1600-0536.2000.043003150.X.

AMERICAN INSTITUTE OF ULTRASOUND IN MEDICINE (AIUM). **Guidelines for cleaning and preparing external- and internal-use ultrasound transducers and equipment between patients, as well as safe handling and use of ultrasound coupling gel**. Revisão 2025. Laurel, MD: AIUM, 2025.

BALLANTYNE, B.; JORDAN, S. L. Toxicological, medical and industrial hygiene aspects of glutaraldehyde with particular reference to its biocidal use in cold sterilization procedures. **Journal of Applied Toxicology**, v. 21, n. 2, p. 131–151, mar. 2001. DOI: 10.1002/JAT.741.

BECKER, J. B. et al. Risk of Infection Associated with Transesophageal Echocardiography and Prevention Measures: Literature Review. **ABC Imagem Cardiovasc**, v. 32, n. 2, jan. 2019. DOI: 10.5935/2318-8219.20190022.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Aprova diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, DF: CNS, 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora nº 09**: avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos. Brasília, DF: MTE, 2021.

CÔTÉ, G.; DENAULT, A. Equipment, Complications, Infection Control, and Safety. *In: Transesophageal Echocardiography*. [S. l.]: Google Books, 2011. p. 166. Disponível em: <https://books.google.com/books?id=0tnMBQAAQBAJ>. Acesso em: 31 ago. 2026.

COXON, L. W. **Direct and Indirect Cognitive and Psychological Consequences of Workplace Neurotoxic Exposure**. 2009. Dissertation (Master Degree) – University, 2009.

DAWSON, C.; NIELSEN, R.; DAWSON, D. E. Best practice forum: standard high level disinfection protocol development. **ORL-Head and Neck Nursing**, v. 21, n. 2, p. 18–21, jan. 2003.

DESAI, S. R.; TANG, L.; HWANG, N. C. Infection control for perioperative ultrasonography and echocardiography. **Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia**, v. 36, ago. 2022. DOI: 10.1053/j.jvca.2022.08.008.

DI STEFANO, F. et al. Glutaraldehyde: an occupational hazard in the hospital setting. **Allergy**, v. 54, n. 10, p. 1105–1109, out. 1999. DOI: 10.1034/J.1398-9995.1999.00239.X.

FUJITA, H.; OGAWA, M.; ENDO, Y. Rapid Communication: A Case of Occupational Bronchial Asthma and Contact Dermatitis Caused by ortho-Phthalaldehyde Exposure in a Medical Worker. **Journal of Occupational Health**, 2006.

FUJITA, H.; SAWADA, Y.; OGAWA, M.; ENDO, Y. Health hazards from exposure to ortho-phthalaldehyde, a disinfectant for endoscopes, and preventive measures for health care workers. **Sangyo Eiseigaku Zasshi**, v. 49, n. 1, p. 1–8, jan. 2007. DOI: 10.1539/SANGYOEISEI.49.1.

GREENGRASS, S. M.; LYNCH, D. A. F.; AXON, A. T. R. Patient and staff exposure to glutaraldehyde from keyed auto-disinfector endoscope washing machine. Authors' reply. **Endoscopy**, v. 27, n. 1, p. 139–140, jan. 1995.

KANAGALA, P. et al. Guidelines for transoesophageal echocardiographic probe cleaning and disinfection from the British Society of Echocardiography. **European Journal of Echocardiography**, v. 12, n. 10, out. 2011. DOI: 10.1093/EJECHOCARD/JER095.

KHANDHERIA, B. K.; SEWARD, J. B.; TAJIK, A. J. Critical Appraisal of Transesophageal Echocardiography: Limitations and Pitfalls. **Critical Care Clinics**, v. 12, n. 2, p. 245–252, abr. 1996. DOI: 10.1016/S0749-0704(05)70247-5.

LEE, J. H. et al. Efficacy of electrolyzed acid water in reprocessing patient-used flexible upper endoscopes: Comparison with 2% alkaline glutaraldehyde. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 19, n. 8, p. 897–903, ago. 2004. DOI: 10.1111/J.1440-1746.2004.03375.X.

LESZCZYNSZYN, J.; R, A.; M, J. Problems of environmental exposure to toxic effects of glutaraldehyde in medicine. **Medycyna Pracy**, v. 48, n. 3, p. 335–340, jan. 1997.

MOHAMED ABD ALLAH, A.-H. et al. Adverse health effects of glutaraldehyde and its relation to workplace safety measures and work practices of health care workers. **Egyptian Journal of Occupational Medicine**, v. 43, n. 2, p. 297–312, maio 2019. DOI: 10.21608/EJOM.2019.31412.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). **Glutaraldehyde: occupational hazards in hospitals**. Publication No. 2001-115. Cincinnati: NIOSH, 2001.

NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH (NIOSH). **NMAM 2531: Glutaraldehyde**. In: NIOSH Manual of Analytical Methods. Cincinnati: NIOSH, [s. d.].

NUGENT, E. **Persistent and Unusual Respiratory Findings after Prolonged Glutaraldehyde**. 2015.

OCCUPATIONAL asthma due to glutaraldehyde. **Thorax**, v. 53, n. 1, p. 50–55, fev. 1998.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (OSHA). **Method 64: glutaraldehyde**. Washington, DC: OSHA, [s. d.].

PANDALAI, S. P.; DANKOVIC, D. A. A Preliminary Quantitative Risk Assessment for Inhalation Exposure to Glutaraldehyde. **Journal of Applied Toxicology**, 2020. DOI: 10.1002/jat.4761.

PANDEY, P.; BHARTI, R.; JASRASARIA, N. Glutaraldehyde-Induced Allergic Contact Dermatitis: A Case Report and Safety Standards. **Cureus**, v. 16, n. 3, mar. 2024. DOI: 10.7759/cureus.56954.

PSALTIKIDIS, E. M. et al. High-level disinfectants alternative to glutaraldehyde for processing flexible endoscopes. **Revista SOBECC**, jan. 2014.

RIBEIRO, L. C. M. et al. Risco ocupacional pela exposição ao glutaraldeído em trabalhadores de serviços de endoscopia. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 11, n. 3, p. 509–517, set. 2009. DOI: 10.5216/REE.V11.47091.

RIDEOUT, K. **Evaluating occupational health risks associated with substitution of high-level disinfectants in hospitals**. 2003. Thesis (Master Degree) – University of British Columbia, Vancouver, 2003. DOI: 10.14288/1.0091058.

ROMANO-WOODWARD, D. Safe use of glutaraldehyde. **Nursing Standard**, v. 14, n. 32, p. 47–51, jan. 2000. DOI: 10.7748/NS2000.04.14.32.47.C2825.

SATTAR, S. A.; TAYLOR, J. A.; PAQUETTE, M.; RUBINO, J. R. In-hospital evaluation of 7.5% hydrogen peroxide as a disinfectant for flexible endoscopes. **The Canadian Journal of Infection Control**, v. 11, n. 2, p. 51–54, 1996. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8868803>. Acesso em: 31 ago. 2026.

SEKI, M. et al. Nosocomial outbreak of multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* caused by damaged transesophageal echocardiogram probe used in cardiovascular surgical operations. **Journal of Infection and Chemotherapy**, v. 19, p. 677–681, 2013.

SMITH, D. R.; WANG, R.-S. Glutaraldehyde Exposure and its Occupational Impact in the Health Care Environment. **Environmental Health and Preventive Medicine**, v. 11, n. 1, p. 3–10, jan. 2006. DOI: 10.1007/BF02898201.

TIPPLE, A. F. V. et al. O uso do Glutaraldeído em serviços de saúde e a segurança do trabalhador. **Revista Eletrônica de Enfermagem**, v. 6, n. 2, p. 186–191, jan. 2004.

TROCINO, G.; BARBIERI, A.; CIAMPI, Q. Contemporary management of cleaning and disinfection processes for echocardiographic equipment and probes: national real-world data from an Italian survey. **PMC**, 2024. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12530722/>. Acesso em: 31 ago. 2026.

WALSH, S. E.; MAILLARD, J.-Y.; RUSSELL, A. D. Ortho-phthalaldehyde: a possible alternative to glutaraldehyde for high level disinfection. **Journal of Applied Microbiology**, v. 86, n. 6, p. 1039–1046, jun. 1999. DOI: 10.1046/J.1365-2672.1999.00791.X.

WATERS, A. et al. Symptoms and lung function in health care personnel exposed to glutaraldehyde. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 43, n. 2, p. 196–203, fev. 2003. DOI: 10.1002/AJIM.10172.

WEI, S. et al. Safe Use of Glutaraldehyde in Heath Care Institution. **Chinese Journal of Disinfection**, 2001. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3679.2001.01.023.

WERLEY, M. S.; BURLEIGH-FLAYER, H. D.; BALLANTYNE, B. Respiratory peripheral sensory irritation and hypersensitivity studies with glutaraldehyde vapor. **Toxicology and Industrial Health**, v. 11, n. 5, p. 489–501, set. 1995. DOI: 10.1177/074823379501100503.

ZISSU, D. et al. Le glutaraldéhyde: intérêt en milieu hospitalier et précautions d'emploi. **Cahiers de Notes Documentaires**, v. 55, n. 6, p. 463–466, jan. 1994.