

Biossegurança e cultura de segurança na prevenção da infecção cruzada: evidências de uma revisão sistemática em laboratórios de diagnóstico.

Biosafety and safety culture in the prevention of cross-infection: evidence from a systematic review of diagnostic laboratories.

Luiz Matheus de Souza Macedo¹
Heloisa Bento da Silva²
Maricélia Messias Cantanhêde dos Santos³

RESUMO

Os laboratórios de diagnóstico desempenham papel essencial na assistência à saúde, sendo responsáveis pela realização de exames que subsidiam o diagnóstico, monitoramento e prevenção de diversas enfermidades. Entretanto, a manipulação contínua de amostras biológicas, agentes infecciosos, reagentes químicos e materiais perfurocortantes torna esses ambientes suscetíveis à ocorrência de acidentes ocupacionais e infecções cruzadas. Nesse contexto, a biossegurança e a cultura de segurança emergem como componentes estratégicos para a proteção dos trabalhadores, garantia da qualidade laboratorial e prevenção da disseminação de microrganismos potencialmente patogênicos. O presente artigo tem como objetivo analisar as evidências científicas acerca da contribuição da biossegurança e da cultura de segurança para a prevenção da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico, identificando os principais fatores de risco, estratégias preventivas e impactos na segurança ocupacional por meio de uma revisão sistemática da literatura, com consulta às bases de dados PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e SciELO. Foram incluídos artigos científicos publicados em português, inglês e espanhol, documentos institucionais e diretrizes nacionais e internacionais relacionados à biossegurança, infecção cruzada, segurança ocupacional e laboratórios de diagnóstico. A seleção dos estudos foi conduzida de acordo com critérios de elegibilidade previamente estabelecidos, contemplando publicações que abordassem medidas de prevenção, fatores associados à transmissão cruzada e práticas de segurança laboratorial. Os estudos analisados demonstraram que a infecção cruzada permanece como importante desafio para os serviços laboratoriais, estando associada principalmente

¹ Acadêmico do curso de Biomedicina Faculdade da Amazônia – UNAMA Porto Velho / RO

² Acadêmica do curso de Biomedicina Faculdade da Amazônia – UNAMA Porto Velho / RO

³ Professora/Orientadora Faculdade da Amazônia – UNAMA Porto Velho / RO.

à higienização inadequada das mãos, uso incorreto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), falhas na limpeza e desinfecção de superfícies e equipamentos, manejo inadequado de resíduos biológicos e deficiência nos programas de treinamento. Os resultados evidenciaram que a implementação das Boas Práticas Laboratoriais, associada à educação permanente, monitoramento dos riscos e fortalecimento da cultura de segurança organizacional, contribui significativamente para a redução da exposição ocupacional e da transmissão de microrganismos. Observou-se ainda que instituições que investem em capacitação contínua, protocolos operacionais padronizados e sistemas de vigilância apresentam melhores indicadores de biossegurança e menor ocorrência de eventos adversos. A biossegurança e a cultura de segurança constituem pilares fundamentais para a prevenção da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico. A efetividade das medidas preventivas depende da integração entre infraestrutura adequada, capacitação permanente, gestão dos riscos ocupacionais e comprometimento institucional com a segurança dos trabalhadores. O fortalecimento dessas estratégias contribui para a redução dos acidentes ocupacionais, prevenção das infecções relacionadas à assistência à saúde e promoção da qualidade dos serviços laboratoriais.

Palavras-chave: Biossegurança; Infecção Cruzada; Segurança Ocupacional; Cultura de Segurança; Laboratórios de Diagnóstico.

ABSTRACT

Diagnostic laboratories play an essential role in healthcare, being responsible for conducting tests that support the diagnosis, monitoring, and prevention of various diseases. However, the continuous handling of biological samples, infectious agents, chemical reagents, and sharps makes these environments susceptible to occupational accidents and cross-infections. In this context, biosafety and safety culture emerge as strategic components for protecting workers, ensuring laboratory quality, and preventing the spread of potentially pathogenic microorganisms. This article aims to analyze the scientific evidence regarding the contribution of biosafety and safety culture to the prevention of cross-infection in diagnostic laboratories, identifying the main risk factors, preventive strategies, and impacts on occupational safety through a systematic literature review, consulting the PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Virtual Health Library (VHL/BVS), and SciELO databases. Scientific articles published in Portuguese, English, and Spanish, institutional documents, and national and international guidelines related to biosafety, cross-infection, occupational safety, and diagnostic laboratories were included. The selection of studies was conducted according to previously established eligibility criteria, encompassing publications that addressed preventive measures, factors associated with cross-transmission, and laboratory safety practices. The analyzed studies demonstrated that cross-infection remains a major challenge for laboratory services, being

mainly associated with inadequate hand hygiene, incorrect use of Personal Protective Equipment (PPE), failures in cleaning and disinfecting surfaces and equipment, improper handling of biological waste, and deficiencies in training programs. The results showed that the implementation of Good Laboratory Practices, associated with continuing education, risk monitoring, and the strengthening of the organizational safety culture, contributes significantly to reducing occupational exposure and the transmission of microorganisms. It was also observed that institutions investing in continuous training, standardized operating procedures, and surveillance systems present better biosafety indicators and a lower occurrence of adverse events. Biosafety and safety culture constitute fundamental pillars for preventing cross-infection in diagnostic laboratories. The effectiveness of preventive measures depends on the integration of adequate infrastructure, permanent training, occupational risk management, and institutional commitment to worker safety. Strengthening these strategies contributes to reducing occupational accidents, preventing healthcare-associated infections, and promoting the quality of laboratory services.

Keywords: Biosafety; Cross Infection; Occupational Safety; Safety Culture; Diagnostic Laboratories.

1. INTRODUÇÃO

O avanço das ciências da saúde e o desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas ao diagnóstico laboratorial têm ampliado significativamente a complexidade das atividades realizadas em laboratórios clínicos. Esses ambientes são fundamentais para a identificação, monitoramento e prevenção de doenças, desempenhando papel essencial na assistência à saúde. Entretanto, essa complexidade também está associada à exposição constante dos profissionais a diversos riscos ocupacionais, especialmente aqueles relacionados à manipulação de materiais biológicos potencialmente contaminados.

Os laboratórios de diagnóstico caracterizam-se como ambientes multifatoriais, nos quais coexistem pessoas, equipamentos, reagentes químicos, amostras biológicas e resíduos resultantes das atividades desenvolvidas. Essa diversidade de elementos contribui para a presença simultânea de diferentes tipos de riscos, incluindo riscos biológicos, químicos, físicos, ergonômicos e de acidentes, que podem comprometer tanto a saúde dos trabalhadores quanto a qualidade dos serviços prestados (SANGIONI et al., 2013). Nesse contexto, destaca-se a relevância da biossegurança como um conjunto de medidas fundamentais para a prevenção e controle desses riscos.

A biossegurança refere-se à aplicação de conhecimentos, técnicas e práticas voltadas à proteção dos profissionais, da comunidade e do meio ambiente contra a exposição a agentes potencialmente perigosos. Sua implementação envolve o uso adequado de equipamentos de proteção

individual e coletiva, a adoção de boas práticas laboratoriais, a adequação da infraestrutura e a gestão eficiente dos processos de trabalho (SANGIONI et al., 2013). Dessa forma, a biossegurança não se limita apenas à utilização de equipamentos, mas engloba uma abordagem integrada que considera aspectos técnicos, organizacionais e educacionais.

Entre os diversos riscos presentes nos laboratórios, os de origem biológica assumem papel de destaque, uma vez que estão diretamente relacionados à manipulação de agentes infecciosos. A exposição a esses agentes pode resultar em infecções ocupacionais, acidentes laboratoriais e eventos de contaminação cruzada, representando um importante problema de saúde ocupacional. Estudos evidenciam que a ocorrência desses eventos está frequentemente associada a falhas nos procedimentos, à ausência de treinamento adequado e à negligência na adoção das normas de biossegurança (AZEVEDO, 2002).

A infecção cruzada, configura-se como um dos principais desafios enfrentados em ambientes laboratoriais, sendo caracterizada pela transferência de microrganismos entre amostras, superfícies e indivíduos. Esse fenômeno pode ocorrer devido a práticas inadequadas, como a não utilização correta de equipamentos de proteção, falhas na higienização de materiais e superfícies, bem como erros operacionais durante a manipulação das amostras. Tais ocorrências não apenas colocam em risco a saúde dos profissionais, mas também podem comprometer a confiabilidade dos resultados laboratoriais.

Fatores relacionados à organização do trabalho e às condições estruturais dos laboratórios influenciam diretamente na ocorrência de riscos ocupacionais. Aspectos como inadequação da infraestrutura, falhas na gestão de biossegurança, sobrecarga de trabalho e ausência de cultura de segurança contribuem para o aumento da vulnerabilidade dos profissionais e para a ocorrência de acidentes (AZEVEDO, 2002). Dessa forma, a análise dos riscos laboratoriais deve considerar não apenas os agentes envolvidos, mas também os fatores humanos e organizacionais. Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade de adoção de estratégias eficazes para o controle da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico, com base nos princípios da biossegurança e da segurança ocupacional. A compreensão dos fatores de risco e a implementação de medidas preventivas são fundamentais para garantir a proteção dos profissionais, a qualidade dos serviços laboratoriais e a segurança da população.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar as evidências científicas disponíveis acerca da contribuição da biossegurança e da cultura de segurança para a prevenção da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico, identificando os principais fatores de risco envolvidos, as estratégias preventivas adotadas e seus impactos sobre a segurança ocupacional dos trabalhadores. Busca-se, ainda, compreender como a integração entre práticas de biossegurança, gestão dos riscos e fortalecimento da cultura organizacional de segurança pode contribuir para a

redução da exposição ocupacional, prevenção de acidentes e promoção de ambientes de trabalho mais seguros, sustentáveis e alinhados às diretrizes contemporâneas da saúde pública e da saúde do trabalhador.

2. METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza básica, com abordagem qualitativa e objetivo descritivo, sendo desenvolvido por meio de uma revisão sistemática da literatura. Esse tipo de investigação possibilita a análise crítica, organização e síntese de conhecimentos já produzidos, permitindo uma compreensão mais aprofundada acerca do tema proposto.

A escolha da abordagem justifica-se pela necessidade de reunir e analisar evidências científicas relacionadas ao controle da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico, com ênfase nas práticas de biossegurança e segurança ocupacional.

A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica sistematizada, utilizando bases de dados científicas nacionais e internacionais disponível em meio eletrônico como: PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e SciELO. Foram incluídos artigos científicos publicados em português, inglês e espanhol, documentos institucionais e diretrizes nacionais e internacionais relacionados à biossegurança, infecção cruzada, segurança ocupacional e laboratórios de diagnóstico, considerados relevantes para a compreensão da temática investigada.

A estratégia de busca foi estruturada a partir da definição prévia de descritores relacionados ao objeto de estudo, incluindo os termos: “biossegurança”, “infecção cruzada”, “laboratórios de diagnóstico”, “riscos ocupacionais” e “segurança em laboratório”. Esses descritores foram empregados de forma isolada e combinada por meio dos operadores booleanos AND e OR, visando ampliar a sensibilidade e a especificidade das buscas, bem como maximizar a recuperação de estudos pertinentes.

A seleção do material bibliográfico foi realizada com base em critérios previamente estabelecidos, considerando a relevância temática, a atualidade das publicações, o rigor metodológico e a contribuição científica para a compreensão da biossegurança em ambientes laboratoriais. Segundo Gil (2022), a definição criteriosa das fontes de informação constitui etapa fundamental para garantir a qualidade e a confiabilidade dos resultados obtidos em pesquisas bibliográficas.

Para assegurar a consistência da revisão, foram definidos critérios de inclusão e exclusão dos estudos selecionados. Foram incluídas publicações que abordassem diretamente aspectos relacionados à biossegurança laboratorial, à prevenção da infecção cruzada e aos riscos ocupacionais inerentes às atividades desenvolvidas em laboratórios de diagnóstico, disponíveis na íntegra e

publicadas nos idiomas: português ou inglês. De acordo com Marconi e Lakatos (2021), a adoção de critérios claros de elegibilidade contribui para a redução de vieses e aumenta a validade científica da pesquisa. Foram excluídos estudos que não apresentavam relação direta com a temática proposta, publicações duplicadas em diferentes bases de dados e trabalhos cujo conteúdo completo não estivesse disponível para análise.

Após a identificação e seleção das publicações, procedeu-se à leitura exploratória, seletiva e analítica dos documentos. Conforme proposto por Severino (2018), a leitura exploratória permite o reconhecimento inicial do conteúdo, enquanto a leitura seletiva possibilita a identificação das informações mais relevantes para os objetivos da pesquisa. A etapa analítica, por sua vez, favorece a interpretação crítica dos achados e a construção do conhecimento científico.

As informações extraídas dos estudos foram organizadas de forma sistemática, permitindo a elaboração de categorias temáticas relacionadas aos principais eixos de discussão sobre biossegurança laboratorial. Essa estratégia metodológica possibilitou a síntese das evidências disponíveis e a identificação de convergências e divergências entre os autores analisados. Segundo Bardin (2016), a categorização constitui uma importante ferramenta para organização e interpretação dos dados em pesquisas qualitativas.

A análise dos dados foi conduzida por meio de abordagem qualitativa, buscando compreender as relações existentes entre os diferentes estudos e promover uma reflexão crítica acerca das práticas de biossegurança, prevenção da infecção cruzada e proteção dos trabalhadores em laboratórios de diagnóstico. Para Minayo (2014), a pesquisa qualitativa possibilita a compreensão aprofundada dos fenômenos sociais e das relações presentes nos contextos investigados, permitindo interpretações que ultrapassam a simples descrição dos dados.

Por tratar-se de uma pesquisa baseada em dados secundários obtidos por meio de fontes bibliográficas de domínio público, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, em conformidade com a Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, do Conselho Nacional de Saúde. Entretanto, foram observados todos os princípios éticos que regem a produção científica, garantindo-se a correta citação dos autores consultados e o respeito à propriedade intelectual das obras utilizadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos estudos incluídos nesta revisão sistemática evidenciou que a prevenção da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico está diretamente relacionada à adoção integrada de medidas de biossegurança, gestão dos riscos ocupacionais e fortalecimento da cultura de segurança organizacional.

Os achados demonstraram que a ocorrência de eventos adversos e exposições ocupacionais resulta da interação entre fatores biológicos, químicos, físicos, ergonômicos, organizacionais e comportamentais, reforçando a necessidade de abordagens multidimensionais para a promoção de ambientes laboratoriais seguros e para a proteção da saúde dos trabalhadores.

Considerando a amplitude e a complexidade dos aspectos identificados na literatura, os resultados foram organizados em subtópicos temáticos que contemplam os principais eixos relacionados à biossegurança e à prevenção da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico. Dessa forma, serão apresentados e discutidos os seguintes tópicos: Fundamentos da Biossegurança em Ambientes Laboratoriais; Caracterização dos Riscos em Laboratórios de Diagnóstico; Infecção Cruzada em Laboratórios de Diagnóstico; Principais Fatores Associados à Ocorrência das Infecções Cruzadas; Biossegurança, Prevenção e Segurança Ocupacional; e Cultura de Segurança como Estratégia para Redução dos Riscos e Fortalecimento da Qualidade Laboratorial. A organização dos resultados nesses eixos, permitiu uma análise mais abrangente das evidências científicas disponíveis, favorecendo a compreensão dos fatores que influenciam a segurança dos trabalhadores e a qualidade dos serviços laboratoriais.

FUNDAMENTOS DA BIOSSEGURANÇA EM AMBIENTES LABORATORIAIS

Os fundamentos da biossegurança em ambientes laboratoriais estão alicerçados na prevenção de riscos, na proteção dos trabalhadores, na qualidade dos processos diagnósticos e na responsabilidade socioambiental.

A biossegurança constitui um conjunto de medidas, normas e procedimentos destinados à prevenção, minimização e controle dos riscos inerentes às atividades desenvolvidas em ambientes laboratoriais, visando à proteção da saúde humana, animal e ambiental, bem como à garantia da qualidade dos processos e resultados obtidos. Segundo a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), a biossegurança engloba ações voltadas para a prevenção, redução ou eliminação de riscos relacionados às atividades de pesquisa, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços em saúde (TEIXEIRA; VALLE, 2010).

A biossegurança também está intimamente relacionada à qualidade laboratorial. Conforme destaca Costa e Costa (2019), a adoção de boas práticas laboratoriais reduz a ocorrência de contaminações cruzadas, erros analíticos e eventos adversos, promovendo maior confiabilidade diagnóstica e segurança para pacientes e profissionais. Dessa forma, a biossegurança não deve ser compreendida apenas como um conjunto de normas obrigatórias, mas como uma estratégia integrada de gestão da qualidade e da segurança nos serviços laboratoriais.

Os laboratórios clínicos, de pesquisa e de diagnóstico são considerados ambientes de elevada complexidade devido à constante manipulação de amostras biológicas potencialmente

infectantes, agentes químicos, materiais perfurocortantes e equipamentos que podem gerar aerossóis. Nesse contexto, os profissionais estão expostos a diferentes categorias de riscos ocupacionais, incluindo riscos biológicos, químicos, físicos, ergonômicos e de acidentes, exigindo a adoção rigorosa de práticas de biossegurança (HIRATA; MANCINI FILHO, 2017).

A evolução do conceito de biossegurança está diretamente relacionada à necessidade de controle das infecções ocupacionais e à prevenção de acidentes laboratoriais. De acordo com Cardella (2018), a biossegurança moderna fundamenta-se na identificação dos perigos, avaliação dos riscos e implementação de medidas preventivas capazes de reduzir a probabilidade de ocorrência de eventos adversos. Essa abordagem preventiva contribui para a segurança dos trabalhadores, para a confiabilidade dos resultados laboratoriais e para a proteção da coletividade.

As práticas de biossegurança desempenham papel relevante que vão além da proteção individual, na preservação ambiental por meio do gerenciamento adequado dos resíduos gerados nos laboratórios. A segregação, acondicionamento, transporte e destinação final dos resíduos biológicos, químicos e perfurocortantes devem seguir regulamentações específicas para evitar impactos ambientais e riscos à saúde pública (ANVISA, 2018). Entre os princípios fundamentais da biossegurança destacam-se a avaliação contínua dos riscos, a aplicação das precauções padrão, a utilização adequada dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), a capacitação permanente dos profissionais e a implementação de protocolos operacionais padronizados. Conforme descrito pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020), as práticas seguras devem ser incorporadas à rotina laboratorial por meio da educação continuada e da cultura organizacional voltada para a prevenção.

Outro aspecto essencial refere-se à classificação dos agentes biológicos segundo seu potencial de risco. O Ministério da Saúde do Brasil estabelece critérios para a categorização dos microrganismos em classes de risco, considerando fatores como patogenicidade, transmissibilidade, disponibilidade de medidas profiláticas e possibilidades terapêuticas. Essa classificação orienta a definição dos Níveis de Biossegurança (NB-1, NB-2, NB-3 e NB-4), determinando os requisitos estruturais, operacionais e de contenção necessários para cada atividade laboratorial (BRASIL, 2017).

A análise da literatura evidenciou que a biossegurança constitui um dos pilares fundamentais para a qualidade, segurança e confiabilidade dos serviços prestados pelos laboratórios de diagnóstico.

Os estudos analisados convergem ao demonstrar que a crescente complexidade das atividades laboratoriais, associada ao aumento da demanda por exames diagnósticos, intensificou a exposição dos profissionais a diferentes agentes de risco, tornando indispensável a implementação de medidas preventivas capazes de minimizar danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Os estudos também evidenciam que o desenvolvimento histórico da biossegurança esteve fortemente associado aos avanços da biotecnologia e da engenharia genética. Conforme relatado por Albuquerque (2001) e Borém (2001), a Conferência de Asilomar representou um marco internacional ao estabelecer diretrizes para a manipulação segura de organismos geneticamente modificados. A partir desse evento, consolidou-se a necessidade de regulamentações específicas para atividades laboratoriais, influenciando diretamente a criação de normas nacionais e internacionais de biossegurança.

Outro aspecto recorrente identificado nos estudos refere-se à importância do fator humano na prevenção dos acidentes laboratoriais. Embora os avanços tecnológicos tenham proporcionado equipamentos mais seguros e protocolos mais rigorosos, diversos autores apontam que falhas comportamentais continuam sendo uma das principais causas de eventos adversos em laboratórios. Azevedo (2002) destaca que a existência de normas, por si só, não garante ambientes seguros, sendo indispensável a construção de uma cultura institucional voltada à segurança, ao treinamento contínuo e à responsabilização compartilhada entre gestores e trabalhadores.

Nesse sentido, observa-se que os laboratórios que investem em programas permanentes de educação em biossegurança apresentam menores índices de acidentes ocupacionais e maior adesão aos protocolos de segurança. Os laboratórios de diagnóstico ocupam posição estratégica dentro dos sistemas de saúde, uma vez que fornecem informações essenciais para a tomada de decisões clínicas, monitoramento terapêutico e vigilância epidemiológica. Entretanto, a manipulação diária de amostras biológicas potencialmente contaminadas, substâncias químicas, equipamentos de alta complexidade e materiais perfurocortantes configura um cenário de elevada vulnerabilidade ocupacional.

De acordo com Teixeira e Valle (2010), a biossegurança deve ser compreendida como um conjunto integrado de ações voltadas à prevenção, redução e controle dos riscos inerentes às atividades desenvolvidas em ambientes de saúde e pesquisa. Os achados da literatura demonstram que a efetividade dos protocolos de Biossegurança e Saúde Ocupacional está diretamente relacionada à adoção simultânea de medidas estruturais, administrativas, educacionais e comportamentais, reforçando o conceito de que a biossegurança transcende o uso isolado de equipamentos de proteção, constituindo uma cultura organizacional fundamentada na prevenção, na vigilância e no gerenciamento contínuo dos riscos ocupacionais. Nessa mesma perspectiva, Hirata e Mancini Filho (2017) destacam que a segurança laboratorial depende da integração entre infraestrutura adequada, capacitação permanente dos profissionais e monitoramento sistemático dos processos de trabalho, favorecendo a redução de acidentes e a proteção da saúde dos trabalhadores.

Dessa forma, a biossegurança deve ser compreendida como um processo contínuo de aprendizagem, atualização científica e aperfeiçoamento profissional, e não apenas como um conjunto de normas de cumprimento obrigatório. Essa concepção é corroborada pelas diretrizes mais recentes

da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020), que preconizam uma abordagem baseada na avaliação de riscos, na promoção da cultura de segurança e na implementação de estratégias preventivas adaptadas às especificidades de cada ambiente laboratorial. No contexto brasileiro, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), por meio da RDC nº 786/2023, reforça a necessidade de programas permanentes de educação continuada, garantia da qualidade, rastreabilidade dos processos e monitoramento dos riscos relacionados às atividades laboratoriais. Adicionalmente, a Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora (Brasil, 2012) e as recomendações da Norma Regulamentadora nº 32 (NR-32), atualizada pelo Ministério do Trabalho e Emprego, estabelecem diretrizes para a proteção dos profissionais dos serviços de saúde, enfatizando a prevenção de acidentes, a promoção da saúde ocupacional, a imunização dos trabalhadores, a adoção de medidas de proteção coletiva e o manejo seguro de agentes biológicos.

Nesse cenário, a biossegurança consolida-se como um dos pilares da qualidade assistencial e laboratorial, contribuindo para a segurança dos profissionais, dos pacientes, da comunidade e do meio ambiente, em consonância com os princípios contemporâneos de segurança do paciente, saúde única e sustentabilidade dos serviços de saúde.

CARACTERIZAÇÃO DOS RISCOS EM LABORATÓRIOS DE DIAGNÓSTICO

A análise da literatura científica evidencia que os laboratórios de diagnóstico constituem ambientes ocupacionais complexos, caracterizados pela presença simultânea de múltiplos fatores de risco capazes de comprometer a saúde, a segurança e o bem-estar dos trabalhadores. Segundo Hirata e Mancini Filho (2017), a diversidade de procedimentos realizados nesses ambientes, associada à manipulação de amostras biológicas, reagentes químicos, equipamentos laboratoriais e tecnologias diagnósticas, torna os laboratórios locais de elevada vulnerabilidade ocupacional. Nesse contexto, os riscos biológicos, químicos, físicos, ergonômicos, psicossociais e de acidentes frequentemente coexistem e interagem entre si, potencializando a ocorrência de agravos à saúde e exigindo estratégias integradas de prevenção, vigilância e controle.

Os riscos biológicos permanecem como os mais amplamente discutidos na literatura devido à sua elevada relevância para os profissionais que atuam em laboratórios clínicos, microbiológicos, hematológicos e de anatomia patológica. De acordo com Teixeira e Valle (2010), a exposição ocupacional a agentes biológicos ocorre durante a coleta, transporte, processamento, armazenamento e descarte de materiais biológicos potencialmente contaminados. Entre os principais agentes envolvidos destacam-se vírus, bactérias, fungos, parasitas e príons, capazes de desencadear infecções ocupacionais de diferentes gravidades. A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020) ressalta que os laboratórios representam ambientes de risco elevado para transmissão de doenças infecciosas, em

situações que envolvem geração de aerossóis, manipulação inadequada de amostras e falhas nos sistemas de contenção biológica.

A caracterização de riscos é fundamental para a implementação de estratégias eficazes de prevenção e controle. Conforme estabelecido pela Norma Regulamentadora nº 32 (NR-32) e pelas diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020), a identificação precoce dos perigos ocupacionais constitui etapa essencial dos programas de biossegurança e gestão de riscos em serviços laboratoriais.

Riscos Biológicos

Os riscos biológicos são considerados os mais relevantes em laboratórios de diagnóstico devido à manipulação frequente de amostras clínicas potencialmente contaminadas. De acordo com Hirata e Mancini Filho (2017), esses riscos decorrem da exposição a microrganismos patogênicos, incluindo vírus, bactérias, fungos, parasitas e príons, capazes de causar infecções ocupacionais de diferentes níveis de gravidade.

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020) destaca que atividades como coleta, centrifugação, pipetagem, inoculação de culturas microbiológicas e descarte de resíduos biológicos podem gerar aerossóis contaminados, aumentando significativamente o risco de transmissão ocupacional. Entre os agentes infecciosos mais frequentemente associados aos acidentes laboratoriais destacam-se os vírus das hepatites B e C, o Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV), o *Mycobacterium tuberculosis*, além de agentes emergentes e reemergentes de importância epidemiológica.

Segundo Rapparini e Reinhardt (2010), os acidentes com materiais perfurocortantes representam uma das principais vias de exposição ocupacional aos agentes biológicos, sendo responsáveis por milhares de notificações anuais em serviços de saúde em todo o mundo.

Riscos Químicos

Os riscos químicos estão relacionados à utilização de substâncias potencialmente nocivas durante os procedimentos laboratoriais. Entre os produtos mais frequentemente utilizados encontram-se solventes orgânicos, corantes, reagentes diagnósticos, ácidos, bases, desinfetantes e fixadores teciduais.

Conforme descrito por Costa e Costa (2023), a exposição ocupacional a agentes químicos pode ocorrer por inalação, absorção cutânea, ingestão acidental ou contato direto com mucosas. Os efeitos à saúde variam desde irritações cutâneas e respiratórias até intoxicações sistêmicas, alterações neurológicas, hepáticas, renais e efeitos carcinogênicos decorrentes da exposição prolongada.

O formaldeído, amplamente utilizado em laboratórios de anatomia patológica, é classificado pela International Agency for Research on Cancer (IARC, 2024) como substância carcinogênica para

humanos, evidenciando a necessidade de sistemas de exaustão adequados e rigoroso monitoramento ambiental.

Riscos Físicos

Os riscos físicos compreendem agentes ambientais capazes de provocar danos à saúde dos trabalhadores em decorrência da exposição contínua ou excessiva. Entre eles destacam-se ruídos, vibrações, radiações ionizantes e não ionizantes, temperaturas extremas, umidade inadequada e iluminação insuficiente.

De acordo com a International Labour Organization (ILO, 2023), laboratórios modernos utilizam equipamentos automatizados que podem gerar níveis elevados de ruído e vibração, contribuindo para fadiga ocupacional e redução do desempenho profissional. Além disso, laboratórios que realizam procedimentos envolvendo radioisótopos ou equipamentos de imagem diagnóstica exigem medidas específicas de radioproteção para minimizar os efeitos da exposição às radiações.

A inadequação das condições ambientais também pode comprometer a execução dos procedimentos técnicos, aumentar a probabilidade de erros operacionais e favorecer a ocorrência de acidentes de trabalho.

Riscos Ergonômicos

Os riscos ergonômicos têm recebido crescente atenção devido à elevada prevalência de distúrbios osteomusculares entre profissionais laboratoriais. Segundo Dul e Weerdmeester (2022), atividades repetitivas, movimentos finos constantes, pipetagem manual, observação prolongada em microscópios, permanência em posturas estáticas e inadequação do mobiliário constituem fatores predisponentes para lesões musculoesqueléticas.

Estudos recentes demonstram elevada frequência de lombalgias, cervicalgias, tendinites, bursites e síndrome do túnel do carpo entre trabalhadores de laboratórios clínicos (LEITÃO et al., 2023). Essas condições impactam diretamente a qualidade de vida dos profissionais, podendo resultar em absenteísmo, redução da produtividade e afastamentos laborais prolongados.

Nesse contexto, a ergonomia deve ser compreendida como componente estratégico da biossegurança, contribuindo para a promoção da saúde ocupacional e para a melhoria das condições de trabalho.

Riscos de Acidentes

Os riscos de acidentes abrangem situações capazes de ocasionar lesões imediatas aos trabalhadores. Entre os eventos mais frequentes destacam-se cortes, perfurações, queimaduras

químicas, quedas, choques elétricos, explosões, derramamentos de substâncias perigosas e falhas no manuseio de equipamentos laboratoriais.

Segundo Cardella (2018), os acidentes ocupacionais geralmente resultam da interação entre condições inseguras do ambiente e comportamentos inadequados dos trabalhadores. A insuficiência de treinamentos, a sobrecarga de trabalho, a ausência de protocolos padronizados e a deficiência na supervisão figuram entre os fatores que mais contribuem para a ocorrência desses eventos.

A literatura evidencia que muitos acidentes poderiam ser evitados mediante a adoção de medidas preventivas adequadas, incluindo capacitação contínua, manutenção periódica dos equipamentos, uso correto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e fortalecimento da cultura de segurança.

Riscos Psicossociais

Além dos riscos tradicionalmente abordados nos programas de biossegurança, estudos recentes têm destacado a importância dos fatores psicossociais no ambiente laboratorial. Conforme Leka, Jain e Iavicoli (2022), a elevada demanda de trabalho, pressão por produtividade, necessidade de resultados rápidos, responsabilidade diagnóstica e exposição contínua a situações de risco podem desencadear estresse ocupacional, ansiedade, fadiga mental e síndrome de burnout.

A saúde mental dos profissionais passou a ser reconhecida como componente essencial da segurança ocupacional, especialmente após a pandemia de COVID-19, que evidenciou os impactos psicológicos decorrentes da sobrecarga dos serviços laboratoriais e da exposição constante aos riscos biológicos.

A pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2 reforçou a importância da biossegurança laboratorial e da gestão dos riscos biológicos. Conforme descrito por Chughtai et al. (2022), os profissionais laboratoriais estiveram entre os grupos mais expostos durante a emergência sanitária global, evidenciando a necessidade de fortalecimento das medidas de contenção, treinamento contínuo e monitoramento dos riscos ocupacionais. Os autores destacam que a adoção de protocolos rigorosos de biossegurança foi fundamental para reduzir a transmissão ocupacional e garantir a continuidade dos serviços diagnósticos.

Entre os acidentes ocupacionais mais frequentemente relatados encontram-se aqueles envolvendo materiais perfurocortantes. Estudos de Rapparini e Reinhardt (2010) demonstram que exposições percutâneas decorrentes de agulhas, lancetas, lâminas e vidrarias contaminadas permanecem entre os principais mecanismos de transmissão ocupacional dos vírus da Hepatite B (HBV), Hepatite C (HCV) e Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV). A persistência desses acidentes está frequentemente associada a falhas no descarte de resíduos, reencape de agulhas, inadequação dos dispositivos de segurança e insuficiência de treinamentos periódicos.

Os riscos biológicos e químicos ocupam posição de destaque nos laboratórios diagnósticos, diversos processos laboratoriais utilizam substâncias potencialmente tóxicas, corrosivas, inflamáveis, carcinogênicas, mutagênicas ou teratogênicas. Segundo Costa e Costa (2023), compostos como formaldeído, xilol, metanol, solventes orgânicos, corantes e desinfetantes podem provocar intoxicações agudas e crônicas, dermatites de contato, doenças respiratórias, alterações neurológicas e danos hepáticos ou renais quando manipulados inadequadamente. Os autores ressaltam que a exposição química muitas vezes é subestimada pelos trabalhadores devido à maior percepção dos riscos biológicos, o que contribui para a adoção insuficiente de medidas preventivas.

A literatura recente também tem enfatizado a relevância dos riscos físicos presentes nos laboratórios. Esses riscos incluem exposição a ruídos produzidos por equipamentos automatizados, vibrações, temperaturas extremas, radiações ionizantes e não ionizantes, além da iluminação inadequada dos ambientes de trabalho. Conforme destacado pela International Labour Organization (ILO, 2023), a exposição prolongada a fatores físicos pode ocasionar fadiga, redução do desempenho profissional, alterações auditivas, distúrbios visuais e aumento da probabilidade de erros operacionais, comprometendo tanto a saúde do trabalhador quanto a qualidade dos resultados laboratoriais.

No campo da ergonomia, observa-se crescente preocupação com os distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) entre profissionais laboratoriais. De acordo com Santos e Fialho (1997) e mais recentemente com Dul e Weerdmeester (2022), atividades repetitivas, movimentos finos constantes, uso prolongado de microscópios, pipetagem manual, permanência em posição ortostática ou sentada por longos períodos e inadequação do mobiliário constituem importantes fatores predisponentes para o desenvolvimento de dores cervicais, lombalgias, tendinites e síndrome do túnel do carpo. Essas condições impactam diretamente a qualidade de vida dos trabalhadores e podem resultar em afastamentos laborais e redução da produtividade.

Outro aspecto amplamente discutido nas publicações mais recentes refere-se aos riscos psicossociais e à saúde mental dos trabalhadores de laboratórios. Segundo Leka, Jain e Iavicoli (2022), a intensificação das demandas de trabalho, a pressão por produtividade, a necessidade de resultados rápidos, a responsabilidade diagnóstica e a exposição constante a situações potencialmente perigosas podem contribuir para o desenvolvimento de estresse ocupacional, ansiedade, síndrome de burnout e exaustão emocional. Esses fatores passaram a receber maior atenção das políticas de saúde ocupacional por sua capacidade de influenciar negativamente o desempenho profissional e aumentar a ocorrência de falhas humanas.

Os estudos analisados demonstram ainda que grande parte dos acidentes laboratoriais possui origem multifatorial, envolvendo não apenas fatores técnicos, mas também aspectos organizacionais e comportamentais. Conforme descrito por Reason (2016) em seu modelo de segurança

organizacional, eventos adversos frequentemente resultam da combinação de falhas latentes relacionadas à gestão, supervisão inadequada, insuficiência de recursos, cultura organizacional fragilizada e comportamentos inseguros. Essa compreensão é reforçada pela Norma Regulamentadora nº 32 (NR-32) e pelas recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020), que defendem a implementação de uma cultura de segurança baseada na identificação precoce dos riscos, na comunicação efetiva dos incidentes, na educação permanente e no fortalecimento das barreiras de proteção.

As diretrizes mais recentes da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2023) e da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020) apontam que a gestão dos riscos em laboratórios deve ser fundamentada em programas contínuos de avaliação de riscos, capacitação profissional, monitoramento ambiental, vigilância da saúde dos trabalhadores e melhoria dos processos organizacionais. Sob essa perspectiva, a prevenção dos agravos ocupacionais exige uma abordagem sistêmica e multidisciplinar, capaz de integrar aspectos estruturais, tecnológicos, humanos e gerenciais. Esta estratégia contribui para a promoção de ambientes laboratoriais mais seguros, sustentáveis e alinhados aos princípios contemporâneos da biossegurança, da saúde ocupacional e da segurança do paciente.

INFECÇÃO CRUZADA EM LABORATÓRIOS DE DIAGNÓSTICO

A infecção cruzada constitui um dos principais desafios para a biossegurança nos laboratórios de diagnóstico, representando importante fator de risco para trabalhadores, pacientes e para a confiabilidade dos resultados laboratoriais. A literatura científica demonstra que a transmissão de microrganismos em ambientes laboratoriais ocorre por meio de mecanismos complexos e multifatoriais, envolvendo contato direto e indireto com superfícies contaminadas, equipamentos, amostras biológicas, aerossóis e, principalmente, as mãos dos profissionais de saúde (TEIXEIRA; VALLE, 2010; OMS, 2020).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020), a infecção cruzada pode ser definida como a transferência de microrganismos potencialmente patogênicos entre indivíduos, materiais ou ambientes, favorecida pela quebra das barreiras de contenção biológica e pelo descumprimento das medidas de prevenção e controle de infecções. Em laboratórios clínicos, essa problemática assume relevância ainda maior devido à elevada circulação de amostras contendo agentes infecciosos, incluindo bactérias, vírus, fungos e parasitas com diferentes níveis de patogenicidade e transmissibilidade.

A infecção cruzada corresponde à transmissão de microrganismos entre indivíduos, superfícies, equipamentos, materiais ou ambientes, podendo ocorrer de forma direta ou indireta. Em laboratórios de diagnóstico, esse fenômeno assume relevância significativa devido à constante

manipulação de amostras biológicas potencialmente contaminadas e à circulação de profissionais em diferentes setores laboratoriais. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020), a ocorrência de infecções cruzadas está diretamente associada a falhas nos protocolos de biossegurança, inadequada higienização das mãos, descontaminação insuficiente de superfícies e equipamentos, além do uso inadequado dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

A literatura científica demonstra que determinados microrganismos apresentam maior frequência de transmissão cruzada em ambientes laboratoriais e serviços de saúde, destacando-se aqueles associados às Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) e à resistência antimicrobiana.

Staphylococcus aureus Resistente à Meticilina (MRSA)

O *Staphylococcus aureus* resistente à metilina (MRSA) é considerado um dos principais patógenos envolvidos em episódios de infecção cruzada. Segundo Siegel et al. (2019) e Tacconelli et al. (2024), sua disseminação ocorre predominantemente por contato com mãos contaminadas de profissionais de saúde, superfícies ambientais e equipamentos compartilhados. O MRSA apresenta elevada capacidade de sobrevivência em superfícies inanimadas, favorecendo a transmissão indireta e aumentando os desafios relacionados ao controle das infecções.

Enterococcus Resistente à Vancomicina (VRE)

O *Enterococcus spp.* resistente à vancomicina (VRE) destaca-se como importante agente associado à transmissão cruzada em ambientes assistenciais e laboratoriais. Estudos de Weber, Rutala e Kanamori (2023) demonstram que esse microrganismo pode permanecer viável por longos períodos em superfícies hospitalares, facilitando sua disseminação quando os protocolos de limpeza e desinfecção não são rigorosamente executados.

Enterobactérias Produtoras de Carbapenemases (KPC)

As enterobactérias produtoras de carbapenemases, especialmente a *Klebsiella pneumoniae* produtora de carbapenemase (KPC), figuram entre os microrganismos multirresistentes mais preocupantes da atualidade. Conforme descrito por Nordmann, Naas e Poirel (2019), a transmissão cruzada desses patógenos ocorre principalmente por contato indireto com superfícies contaminadas, equipamentos laboratoriais e falhas na higienização das mãos, podendo resultar em surtos de difícil controle.

Acinetobacter baumannii Multirresistente

O *Acinetobacter baumannii* é reconhecido pela elevada capacidade de sobrevivência em superfícies secas e pela resistência a diversos antimicrobianos. Segundo Peleg, Seifert e Paterson (2020), esse patógeno tem sido frequentemente identificado em bancadas laboratoriais, equipamentos e ambientes assistenciais, sendo responsável por importantes eventos de transmissão cruzada e infecções oportunistas.

Pseudomonas aeruginosa

A *Pseudomonas aeruginosa* constitui outro microrganismo frequentemente associado às infecções cruzadas. Sua capacidade de formar biofilmes em superfícies úmidas, sistemas hidráulicos, equipamentos e dispositivos laboratoriais favorece sua persistência ambiental. De acordo com Lister, Wolter e Hanson (2022), esse patógeno representa importante causa de infecções oportunistas, especialmente em indivíduos imunocomprometidos.

Clostridioides difficile

O *Clostridioides difficile* é responsável por infecções gastrointestinais associadas aos serviços de saúde e apresenta grande relevância devido à formação de esporos resistentes aos métodos convencionais de desinfecção. De acordo com a literatura a transmissão ocorre principalmente por contato indireto através de superfícies contaminadas e mãos dos profissionais, sendo considerada uma das principais causas de surtos relacionados à assistência à saúde.

Vírus das Hepatites B e C

Os vírus da hepatite B (HBV) e da hepatite C (HCV) continuam entre os agentes infecciosos mais frequentemente associados aos acidentes ocupacionais em laboratórios clínicos. Conforme relatado por Rapparini e Reinhardt (2010), a transmissão ocorre predominantemente por exposição percutânea envolvendo agulhas, lancetas, lâminas e outros materiais perfurocortantes contaminados. Apesar dos avanços nas medidas preventivas, esses agentes permanecem relevantes devido ao potencial de infecção crônica e às complicações hepáticas associadas.

Vírus da Imunodeficiência Humana (HIV)

O HIV também figura entre os principais agentes biológicos relacionados aos acidentes laboratoriais. Embora o risco de transmissão ocupacional seja menor quando comparado ao HBV, exposições envolvendo sangue e fluidos biológicos contaminados representam importante preocupação para os profissionais de laboratório (CDC, 2023).

Mycobacterium tuberculosis

O *Mycobacterium tuberculosis* apresenta elevada relevância em laboratórios de microbiologia devido ao risco de transmissão por aerossóis gerados durante o processamento de amostras respiratórias. A OMS (2023) destaca que falhas nos sistemas de contenção biológica e ventilação inadequada podem favorecer a disseminação ocupacional da tuberculose entre trabalhadores expostos.

SARS-CoV-2 e Outros Vírus Respiratórios

A pandemia de COVID-19 evidenciou a vulnerabilidade dos ambientes laboratoriais à transmissão cruzada de vírus respiratórios. Estudos de Chughtai et al. (2022) demonstraram que o SARS-CoV-2 pode permanecer viável em determinadas superfícies por períodos variáveis, reforçando a importância da higienização ambiental, ventilação adequada e uso correto dos equipamentos de proteção respiratória.

DETERMINANTES DA TRANSMISSÃO CRUZADA EM LABORATÓRIOS DE DIAGNÓSTICO: EVIDÊNCIAS CIENTÍFICAS E DESAFIOS PARA A SEGURANÇA BIOLÓGICA

As infecções cruzadas mais frequentemente relatadas na literatura estão associadas principalmente a bactérias multirresistentes, vírus transmitidos por sangue e agentes respiratórios, destacando a necessidade permanente de fortalecimento das práticas de biossegurança, vigilância epidemiológica e educação continuada dos profissionais que atuam em laboratórios de diagnóstico.

A ocorrência de infecções cruzadas em laboratórios de diagnóstico constitui um importante problema de biossegurança e saúde ocupacional, estando diretamente relacionada à interação entre fatores humanos, organizacionais, estruturais e ambientais. A literatura científica contemporânea demonstra que a transmissão de microrganismos em ambientes laboratoriais raramente decorre de uma única falha, sendo geralmente resultado da combinação de múltiplos fatores que comprometem as barreiras de contenção biológica e favorecem a disseminação de agentes infecciosos (OMS, 2020; ALLEGRANZI et al., 2022).

Entre os fatores mais frequentemente associados à ocorrência de infecções cruzadas destaca-se a higienização inadequada das mãos. Reconhecida pela Organização Mundial da Saúde como a medida isolada mais eficaz para prevenção das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS), a higiene das mãos continua apresentando níveis insatisfatórios de adesão em diversos cenários assistenciais e laboratoriais. Segundo Allegranzi et al. (2022), falhas na execução da técnica correta, baixa frequência de higienização e inadequada disponibilidade de insumos contribuem significativamente para a manutenção da cadeia de transmissão de microrganismos patogênicos. Dessa forma, as mãos dos profissionais permanecem como o principal veículo de disseminação de agentes infecciosos entre amostras, superfícies, equipamentos e indivíduos.

Outro fator amplamente descrito refere-se ao uso incorreto ou incompleto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Conforme destacam Hirata e Mancini Filho (2017), os EPIs constituem uma barreira essencial contra a exposição ocupacional, porém sua eficácia depende da seleção adequada, utilização correta, retirada segura e substituição periódica dos equipamentos. Estudos recentes demonstram que erros durante os processos de paramentação e desparamentação favorecem a auto contaminação dos trabalhadores e aumentam o risco de disseminação de microrganismos dentro dos ambientes laboratoriais (CHUGHTAI et al., 2022).

As falhas nos processos de limpeza e desinfecção de superfícies também figuram entre os principais determinantes da transmissão cruzada. Diversas pesquisas evidenciam que bancadas, teclados, maçanetas, microscópios, centrífugas e equipamentos compartilhados podem atuar como reservatórios ambientais de microrganismos patogênicos. Segundo Weber, Rutala e Kanamori (2023), muitos agentes infecciosos apresentam elevada capacidade de sobrevivência em superfícies inanimadas, favorecendo a transmissão indireta quando os protocolos de higienização não são executados de forma adequada e sistemática.

A descontaminação inadequada de equipamentos laboratoriais representa outro importante fator de risco. Equipamentos utilizados de forma contínua podem acumular matéria orgânica e microrganismos capazes de sobreviver aos processos incompletos de desinfecção. Conforme relata Otter et al. (2013), a ausência de protocolos padronizados de limpeza, associada à insuficiência de monitoramento microbiológico ambiental, favorece a persistência de reservatórios infecciosos nos ambientes laboratoriais.

O manejo incorreto dos resíduos biológicos também tem sido associado à ocorrência de contaminação cruzada e acidentes ocupacionais. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2018), a segregação inadequada dos resíduos, o descarte incorreto de materiais perfurocortantes e o acondicionamento inadequado de resíduos infectantes aumentam significativamente o risco de exposição dos trabalhadores a agentes biológicos potencialmente patogênicos. Além dos impactos ocupacionais, tais falhas podem comprometer a segurança ambiental e a saúde pública.

Outro aspecto relevante identificado na literatura refere-se ao reprocessamento inadequado de materiais reutilizáveis. Embora os avanços tecnológicos tenham reduzido a reutilização de determinados dispositivos, diversos materiais ainda necessitam de procedimentos rigorosos de limpeza, desinfecção ou esterilização. Segundo Rutala e Weber (2023), falhas nesses processos podem resultar na sobrevivência de microrganismos e favorecer eventos de transmissão cruzada, especialmente em situações envolvendo patógenos multirresistentes.

A superlotação dos serviços e a sobrecarga de trabalho também emergem como fatores determinantes para o aumento das infecções cruzadas. Estudos conduzidos após a pandemia de

COVID-19 demonstraram que ambientes caracterizados por elevada demanda assistencial apresentam maior frequência de falhas operacionais, redução da adesão aos protocolos de biossegurança e aumento da ocorrência de erros humanos. Nessas condições, a pressão por produtividade e a escassez de recursos humanos podem comprometer a execução adequada das medidas preventivas.

A deficiência dos programas de treinamento e educação permanente constitui outro importante fator associado à vulnerabilidade ocupacional. Conforme destacam Teixeira e Valle (2010), a biossegurança deve ser compreendida como um processo contínuo de construção do conhecimento e desenvolvimento de competências. Profissionais que não recebem capacitações periódicas apresentam menor adesão às práticas seguras e maior probabilidade de exposição aos riscos biológicos, químicos e ocupacionais.

A literatura científica atual aponta que a fragilidade da cultura de segurança organizacional representa um dos principais determinantes das infecções cruzadas em serviços de saúde e laboratórios. Reason (2016) destaca que organizações com culturas de segurança frágeis tendem a apresentar maior frequência de eventos adversos, subnotificação de incidentes e menor comprometimento institucional com a prevenção dos riscos. Em contrapartida, ambientes que promovem liderança participativa, comunicação efetiva, vigilância contínua e aprendizado organizacional demonstram melhores indicadores de segurança e menor ocorrência de contaminação cruzada.

Diante desse cenário, os estudos convergem para a compreensão de que a prevenção das infecções cruzadas exige uma abordagem sistêmica e multidimensional, baseada na integração entre infraestrutura adequada, educação permanente, vigilância dos processos, adesão às práticas de biossegurança e fortalecimento da cultura organizacional de segurança. Essas estratégias constituem elementos essenciais para a proteção dos trabalhadores, garantia da qualidade laboratorial e redução dos riscos relacionados às Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde. De acordo com Allegranzi et al. (2022), a adoção rigorosa das precauções-padrão e das medidas de prevenção e controle de infecções pode reduzir significativamente a ocorrência de infecções cruzadas, promovendo maior segurança para trabalhadores, pacientes e para a qualidade dos resultados laboratoriais.

Os estudos analisados evidenciam que falhas na adesão às práticas básicas de biossegurança permanecem entre as principais causas associadas à ocorrência de contaminação cruzada. Entre os fatores mais frequentemente identificados destacam-se a higienização inadequada das mãos, o uso incorreto ou incompleto dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), a descontaminação insuficiente de superfícies e equipamentos, o manejo inadequado de resíduos biológicos e o descumprimento dos Procedimentos Operacionais Padrão (POP) (HIRATA; MANCINI FILHO, 2017; COSTA; COSTA, 2023).

A higienização das mãos é amplamente reconhecida como a medida isolada mais eficaz para interromper a cadeia de transmissão de microrganismos nos serviços de saúde. De acordo com Cesar e Drummond (2023), a adequada realização da higiene das mãos reduz significativamente a disseminação de agentes infecciosos e constitui um dos pilares da prevenção das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS). Essa evidência é corroborada pelas diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2009; 2020) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2023), que recomendam a adoção sistemática dos “Cinco Momentos para Higienização das Mãos” como estratégia essencial para a segurança ocupacional e assistencial. Entretanto, estudos recentes demonstram que os índices de adesão permanecem abaixo dos níveis desejáveis, revelando a persistência de lacunas entre o conhecimento técnico e sua efetiva aplicação na prática profissional (ALLEGIANZI et al., 2022).

Outro aspecto amplamente discutido na literatura refere-se ao papel das superfícies inanimadas e dos equipamentos laboratoriais como reservatórios secundários de microrganismos. Segundo Otter et al. (2013) e Weber, Kanamori e Rutala (2023), bancadas, microscópios, teclados, centrífugas, maçanetas e equipamentos de uso compartilhado podem atuar como fontes importantes de contaminação cruzada quando os protocolos de limpeza e desinfecção não são executados adequadamente. A persistência de microrganismos em superfícies por períodos prolongados favorece a disseminação indireta de patógenos e aumenta o risco de surtos relacionados ao ambiente de trabalho.

Os jalecos, uniformes e demais vestimentas utilizadas pelos profissionais também têm sido apontados como potenciais reservatórios microbiológicos. Estudos clássicos conduzidos por Pilonetto et al. (2004) identificaram elevadas taxas de contaminação bacteriana em mangas, bolsos e regiões de maior manipulação das vestimentas. Investigações mais recentes demonstram que microrganismos potencialmente patogênicos podem permanecer viáveis nos tecidos por períodos prolongados, favorecendo a disseminação entre diferentes ambientes. Esses achados reforçam a necessidade de protocolos rigorosos de higienização, armazenamento, transporte e substituição periódica dos uniformes utilizados em ambientes laboratoriais.

A disseminação de microrganismos multirresistentes representa outro desafio crescente para os programas de biossegurança. Bactérias como *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina (MRSA), *Enterococcus* resistente à vancomicina (VRE), *Acinetobacter baumannii* e enterobactérias produtoras de carbapenemases têm sido frequentemente associadas a eventos de transmissão cruzada em serviços de saúde (CDC, 2023). Conforme destacam Siegel et al. (2019) e Tacconelli et al. (2024), a circulação desses patógenos está diretamente relacionada à falha na adesão às precauções-padrão, à inadequada higienização ambiental e ao uso indiscriminado de antimicrobianos, configurando um importante problema de saúde pública mundial.

A literatura contemporânea evidencia além dos fatores técnicos, que aspectos organizacionais exercem influência significativa sobre a ocorrência da infecção cruzada. De acordo com Reason (2016), falhas sistêmicas relacionadas à gestão da segurança, insuficiência de treinamentos, sobrecarga de trabalho, déficit de recursos humanos e fragilidade da cultura organizacional podem favorecer comportamentos inseguros e aumentar a probabilidade de eventos adversos. Essa perspectiva é reforçada pelas recomendações da OMS (2020) e da ANVISA (2023), que defendem a implementação de programas permanentes de educação continuada, monitoramento de indicadores, auditorias internas e fortalecimento da cultura de segurança como estratégias fundamentais para prevenção da contaminação cruzada.

Os achados da literatura demonstram, portanto, que a prevenção da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico exige uma abordagem multidimensional, envolvendo medidas estruturais, educacionais, organizacionais e comportamentais. A adoção rigorosa das práticas de biossegurança, associada à vigilância contínua dos processos e à capacitação permanente dos profissionais, constitui elemento essencial para a redução dos riscos ocupacionais, prevenção das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde (IRAS) e garantia da qualidade dos serviços laboratoriais.

ESTRATÉGIAS PREVENTIVAS ADOTADAS PARA O CONTROLE DA INFECÇÃO CRUZADA

Os estudos revisados demonstraram que a prevenção efetiva da infecção cruzada depende da implementação integrada de estratégias de biossegurança fundamentadas nas recomendações nacionais e internacionais para segurança laboratorial. Entre as medidas mais frequentemente citadas destacam-se a adoção das Boas Práticas Laboratoriais (BPLs), a higienização adequada das mãos, a utilização correta dos Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva, a descontaminação sistemática de superfícies e equipamentos e o gerenciamento seguro dos resíduos de serviços de saúde.

A educação permanente emergiu como uma das estratégias mais eficazes para o fortalecimento das práticas de biossegurança. Os estudos demonstraram que treinamentos periódicos contribuem para o aprimoramento do conhecimento técnico, aumento da percepção dos riscos ocupacionais e maior adesão aos protocolos institucionais. Instituições que desenvolvem programas contínuos de capacitação apresentam melhores indicadores de conformidade com as normas de biossegurança e menor incidência de acidentes relacionados à exposição ocupacional.

Outra estratégia amplamente abordada refere-se à implementação de sistemas de vigilância e monitoramento dos riscos. A identificação precoce de incidentes, a investigação dos acidentes de trabalho e o acompanhamento de indicadores de segurança permitem o desenvolvimento de ações corretivas e preventivas mais efetivas. Além disso, a manutenção de manuais atualizados de

biossegurança, protocolos operacionais padronizados e auditorias internas periódicas contribui para a consolidação de uma cultura organizacional voltada à prevenção e à melhoria contínua dos processos.

IMPACTOS DA BIOSSEGURANÇA NA SEGURANÇA OCUPACIONAL DOS TRABALHADORES

A literatura analisada evidenciou que a implementação efetiva das medidas de biossegurança exerce impacto direto sobre a segurança ocupacional dos trabalhadores, promovendo redução significativa da exposição aos riscos biológicos, químicos, físicos e ergonômicos. Os estudos demonstraram que ambientes laboratoriais que adotam programas estruturados de biossegurança apresentam menor ocorrência de acidentes com material biológico, menor frequência de exposições ocupacionais e melhores condições de saúde e bem-estar para os profissionais.

Os resultados indicaram que a adoção sistemática das práticas preventivas contribui para a redução dos afastamentos laborais, diminuição dos custos relacionados a acidentes de trabalho e fortalecimento da qualidade assistencial. Além dos benefícios individuais, observou-se impacto positivo sobre a produtividade institucional, confiabilidade dos resultados laboratoriais e segurança dos pacientes, evidenciando a relevância da biossegurança como componente estratégico da gestão em saúde.

Outro aspecto importante refere-se ao fortalecimento da cultura de segurança organizacional. Instituições que promovem a participação dos trabalhadores nos processos de gestão dos riscos, incentivam a notificação de incidentes e investem em educação continuada apresentam maior comprometimento das equipes com as práticas seguras de trabalho. Esse cenário favorece a construção de ambientes laborais mais resilientes, capazes de responder de forma eficiente aos desafios relacionados aos riscos ocupacionais e às ameaças biológicas emergentes.

Nesse contexto, as Boas Práticas Laboratoriais (BPLs) destacam-se como ferramentas fundamentais para a padronização dos procedimentos, controle da qualidade e redução da variabilidade operacional. Segundo Hirata e Mancini Filho (2017), as BPLs compreendem um conjunto de princípios organizacionais, técnicos e comportamentais destinados a garantir a segurança dos trabalhadores, a confiabilidade dos resultados laboratoriais e a prevenção da contaminação cruzada. Da mesma forma, a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020) ressalta que a implementação de protocolos padronizados reduz significativamente a ocorrência de falhas operacionais e fortalece os sistemas de contenção biológica nos laboratórios clínicos e de pesquisa.

A utilização adequada dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e dos Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) permanece entre as principais estratégias para redução da exposição ocupacional aos agentes biológicos, químicos e físicos. Estudos conduzidos por Chughtai et al. (2022) demonstram que a correta utilização de luvas, aventais, máscaras, respiradores, protetores

faciais e cabines de segurança biológica contribui significativamente para a diminuição dos riscos de contaminação ocupacional. Entretanto, os autores destacam que a eficácia desses dispositivos está diretamente relacionada à capacitação dos profissionais, à adesão aos protocolos institucionais e à disponibilidade adequada dos recursos de proteção. Corroborando essa perspectiva, a Norma Regulamentadora nº 32 (NR-32) estabelece que os empregadores devem garantir não apenas o fornecimento dos equipamentos, mas também o treinamento contínuo para sua correta utilização, conservação e substituição.

A literatura atual evidencia que os programas de capacitação e educação permanente exercem papel central na promoção da segurança ocupacional. De acordo com Allegranzi et al. (2022), instituições que investem regularmente em treinamentos apresentam maiores taxas de adesão às medidas de biossegurança, melhor desempenho em auditorias internas e menor ocorrência de acidentes ocupacionais. Nesse sentido, Teixeira e Valle (2010) defendem que a biossegurança deve ser compreendida como um processo contínuo de construção do conhecimento, exigindo atualização permanente diante das constantes transformações tecnológicas, científicas e epidemiológicas observadas nos serviços de saúde. Essa necessidade tornou-se ainda mais evidente após a pandemia de COVID-19, que reforçou a importância da qualificação contínua dos profissionais para o enfrentamento de riscos biológicos emergentes e reemergentes.

BIOSSEGURANÇA E SEGURANÇA OCUPACIONAL COMO PILARES ESTRATÉGICOS NA PREVENÇÃO DA INFECÇÃO CRUZADA EM LABORATÓRIOS DE DIAGNÓSTICO

Os estudos analisados evidenciam que a prevenção efetiva da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico depende de uma abordagem integrada que articule biossegurança, educação permanente, vigilância dos riscos e gestão da segurança ocupacional. A literatura científica contemporânea demonstra que a simples disponibilidade de equipamentos de proteção e protocolos normativos não é suficiente para garantir ambientes seguros, sendo necessária a consolidação de uma cultura organizacional fundamentada na prevenção, no gerenciamento sistemático dos riscos e na melhoria contínua dos processos de trabalho (TEIXEIRA; VALLE, 2010; OMS, 2020; COSTA; COSTA, 2023).

A importância da gestão institucional da biossegurança é crucial para a eficácia dos processos. A literatura afirma que organizações que mantêm manuais de biossegurança atualizados, Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) bem estruturados, programas de vigilância em saúde do trabalhador e sistemas de monitoramento de incidentes apresentam melhores indicadores de desempenho em segurança ocupacional (ANVISA, 2023; OMS, 2020).

Segundo Reason (2016), a prevenção dos acidentes e eventos adversos depende da identificação precoce das falhas latentes presentes nos sistemas organizacionais, permitindo o

desenvolvimento de barreiras capazes de minimizar a ocorrência de danos aos trabalhadores e aos processos assistenciais.

A adoção de sistemas de monitoramento e notificação de acidentes também é apontada como componente essencial da gestão dos riscos ocupacionais. Conforme destacam Rapparini e Reinhardt (2010), a vigilância sistemática dos incidentes com exposição a material biológico possibilita a identificação dos fatores determinantes dos acidentes, subsidiando intervenções preventivas mais eficazes. Além disso, a análise contínua dos indicadores de segurança favorece a implementação de ações corretivas e o fortalecimento das políticas institucionais de proteção à saúde dos trabalhadores.

Nos últimos anos, a literatura internacional tem enfatizado a importância do conceito de cultura de segurança, definido como o conjunto de valores, atitudes, percepções e comportamentos compartilhados pelos membros de uma organização em relação à prevenção dos riscos. Segundo Singer e Vogus (2013) e Reason (2016), instituições que desenvolvem culturas organizacionais fortes de segurança apresentam maior comprometimento dos profissionais com as práticas preventivas, melhor comunicação entre as equipes, maior adesão aos protocolos e menor incidência de eventos adversos. Essa abordagem é atualmente recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2020) e pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2023) como estratégia prioritária para o fortalecimento da segurança nos serviços de saúde.

Sob a perspectiva da Saúde Única, a biossegurança também assume papel estratégico na proteção da saúde humana, animal e ambiental. Conforme destacado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2023) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2023), a prevenção dos riscos biológicos em ambientes laboratoriais contribui para a redução da disseminação de agentes infecciosos, controle da resistência antimicrobiana e fortalecimento da vigilância epidemiológica global.

De maneira geral, os resultados encontrados demonstram que a biossegurança constitui um componente estratégico para a sustentabilidade e qualidade dos serviços laboratoriais, contribuindo simultaneamente para a proteção dos trabalhadores, prevenção da infecção cruzada, redução dos acidentes ocupacionais e fortalecimento da segurança do paciente. A efetividade dessas ações depende da integração entre infraestrutura adequada, educação permanente, gestão dos riscos, vigilância ocupacional e comprometimento institucional com a construção de ambientes laborais seguros, resilientes e alinhados às diretrizes contemporâneas de saúde e segurança no trabalho.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biossegurança e a cultura de segurança constituem pilares fundamentais para a prevenção da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico. A efetividade dessas ações depende da integração entre infraestrutura adequada, capacitação permanente, monitoramento contínuo dos

riscos, vigilância dos acidentes ocupacionais e comprometimento institucional com a saúde e a segurança dos trabalhadores. O fortalecimento dessas estratégias contribui não apenas para a redução dos acidentes ocupacionais e das infecções relacionadas à assistência à saúde, mas também para o aprimoramento da qualidade laboratorial, da segurança do paciente e da sustentabilidade dos serviços de saúde

A análise da literatura científica permitiu compreender que os riscos presentes nos laboratórios de diagnóstico não se limitam apenas aos agentes biológicos, abrangendo também fatores químicos, físicos, ergonômicos e organizacionais que influenciam diretamente as condições de trabalho e a ocorrência de acidentes ocupacionais.

A pesquisa possibilitou destacar que a infecção cruzada permanece como um importante problema nos ambientes laboratoriais, estando frequentemente associada à inadequação das práticas de higienização, falhas nos procedimentos operacionais, utilização incorreta dos equipamentos de proteção individual e deficiência na capacitação dos profissionais. Além disso, verificou-se que fatores estruturais e administrativos exercem influência significativa na efetividade das ações de biossegurança, demonstrando que a prevenção da contaminação não depende exclusivamente da existência de normas técnicas, mas também do comprometimento institucional e da conscientização coletiva dos trabalhadores.

A higienização adequada das mãos, a utilização correta dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), a disponibilização de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs), a descontaminação periódica de superfícies e equipamentos e o gerenciamento seguro dos resíduos biológicos constituem as principais barreiras para interrupção da cadeia de transmissão de microrganismos. Diversos estudos apontaram que a adesão consistente a essas medidas reduz significativamente a ocorrência de contaminação cruzada e fortalece a segurança dos profissionais e dos processos laboratoriais.

A literatura analisada também revelou que o monitoramento contínuo dos riscos e a vigilância dos acidentes ocupacionais representam componentes fundamentais para a construção de ambientes laboratoriais mais seguros. Instituições que mantêm sistemas estruturados de notificação, investigação e análise de incidentes conseguem identificar precocemente vulnerabilidades nos processos de trabalho, possibilitando a implementação de ações corretivas e preventivas mais eficazes. Essa abordagem favorece a redução da recorrência de acidentes e contribui para o aprimoramento contínuo das práticas de biossegurança.

Os achados demonstraram que instituições que implementam de forma sistemática as Boas Práticas Laboratoriais (BPLs) apresentam menores índices de exposição ocupacional, redução da ocorrência de acidentes com material biológico e maior conformidade com os protocolos de prevenção e controle de infecções.

Outro aspecto amplamente evidenciado foi a relevância da educação permanente como ferramenta estratégica para o fortalecimento da biossegurança.

Estudos demonstraram que programas contínuos de capacitação promovem melhorias significativas no conhecimento técnico, na percepção dos riscos ocupacionais e na adesão dos profissionais aos protocolos institucionais.

A capacitação contínua dos profissionais também foi apontada como fator fundamental para a efetividade das ações de biossegurança. A literatura demonstra que a ausência de treinamento adequado que contribui diretamente para a ocorrência de acidentes laboratoriais e falhas na aplicação das medidas preventivas. Trabalhadores submetidos a treinamentos periódicos apresentaram maior conformidade com as práticas seguras de trabalho, menor frequência de comportamentos de risco e maior capacidade de resposta diante de situações de exposição ocupacional.

Os resultados destacaram ainda a importância da cultura de segurança organizacional como elemento determinante para a efetividade das medidas preventivas. Verificou-se que laboratórios caracterizados por liderança comprometida, comunicação efetiva, participação dos trabalhadores nos processos decisórios e incentivo à notificação de incidentes apresentam melhores indicadores de segurança ocupacional. Nessas instituições, a biossegurança deixa de ser percebida apenas como uma exigência normativa e passa a integrar os valores e comportamentos cotidianos da equipe, fortalecendo a prevenção dos riscos biológicos, químicos, físicos e ergonômicos.

Os profissionais da saúde podem atuar como importantes agentes disseminadores de microrganismos quando as medidas preventivas não são executadas adequadamente. A contaminação de jalecos, superfícies e instrumentos laboratoriais evidencia a necessidade de fortalecimento das práticas de higienização e desinfecção nos ambientes de trabalho. Nesse sentido, a higienização das mãos destaca-se como uma das estratégias mais eficazes e economicamente viáveis para a interrupção da cadeia de transmissão de agentes infecciosos e redução das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde.

A integração e estreita relação entre biossegurança e segurança ocupacional, permite uma compreensão mais ampla dos riscos laborais, contemplando não apenas a prevenção da exposição a agentes infecciosos, mas também a proteção da saúde física e mental dos trabalhadores. Nesse sentido, fatores como ergonomia, condições estruturais adequadas, organização dos processos de trabalho, dimensionamento de equipes e apoio institucional demonstram impacto significativo na redução dos agravos ocupacionais e na promoção de ambientes laborais mais seguros e saudáveis.

Os achados reforçam que a biossegurança deve ser compreendida como um processo dinâmico, contínuo e coletivo, fundamentado na gestão dos riscos, na educação permanente e no comprometimento institucional com a segurança. Mais do que um conjunto de normas técnicas, a biossegurança representa uma estratégia essencial para assegurar a proteção dos profissionais, a

qualidade dos resultados laboratoriais, a segurança dos pacientes e a sustentabilidade dos serviços de saúde.

Diante dos constantes avanços tecnológicos, do surgimento de agentes infecciosos emergentes e reemergentes e do crescente desafio da resistência antimicrobiana, torna-se indispensável o fortalecimento das políticas de biossegurança e saúde ocupacional nos laboratórios de diagnóstico. Recomenda-se que futuras pesquisas aprofundem a investigação sobre cultura de segurança, vigilância dos riscos ocupacionais, inovação tecnológica aplicada à biossegurança e estratégias educacionais voltadas à mudança comportamental dos profissionais. Essas iniciativas poderão contribuir para o desenvolvimento de modelos de gestão mais eficazes e alinhados às demandas contemporâneas da saúde pública, da segurança do trabalhador e dos princípios da Saúde Única. Por fim, conclui-se que a prevenção da infecção cruzada em laboratórios de diagnóstico depende do fortalecimento contínuo da biossegurança e da cultura de segurança, por meio da integração entre infraestrutura adequada, qualificação profissional, monitoramento dos riscos, vigilância ocupacional e gestão institucional comprometida com a excelência dos processos e com a proteção da vida.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. B. M. Biossegurança: uma visão da história da ciência. *Biotechnologia, Ciência & Desenvolvimento*, Brasília, v. 3, n. 18, p. 42-45, 2001.

ALLEGIANZI, B. et al. Infection prevention and control priorities for healthcare systems. *The Lancet Global Health*, London, v. 10, n. 6, p. e842-e854, 2022.

ARAÚJO, S. A. et al. *Manual de biossegurança: boas práticas nos laboratórios de aulas práticas da área básica das ciências biológicas e da saúde*. Natal: Universidade Potiguar, 2009. Disponível em: <http://www.unp.br/arquivos/pdf/institucional/docinstitucionais/manuais/manualdebiosseguranca.pdf>. Acesso em: 16 maio 2026.

AZEVEDO, Maria de Fátima Mendes de. *Análise de riscos em ambientes laboratoriais clínicos: uma abordagem centrada em biossegurança e ergonomia*. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BARBOZA, E. Z. de A.; LOPES, D. A. da C. Conhecimento dos profissionais de enfermagem sobre a técnica de lavagem das mãos. *Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES*, Juína, v. 6, n. 10, 2023.

BORÉM, A. *Biossegurança e biotecnologia*. Viçosa: UFV, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Diretrizes gerais para o trabalho em contenção com agentes biológicos*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Classificação de risco dos agentes biológicos*. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Política Nacional de Saúde do Trabalhador e da Trabalhadora*. Brasília: Ministério da Saúde, 2012.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora nº 32: Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde*. Brasília: MTE, atualização vigente.

CESAR, Gabriel; DRUMMOND, Cristiano. A importância da higienização das mãos na prevenção de infecções relacionadas à assistência em saúde em unidades de terapia intensiva. *REAL: Revista de Estudos em Enfermagem e Atenção à Saúde*, São Paulo, v. 2, n. 2, 2023. Disponível em: <https://revistas.icesp.br/index.php/Real/article/view/5208>. Acesso em: 16 maio 2026.

CHUGHTAI, A. A. et al. Biosafety and healthcare worker protection during emerging infectious disease outbreaks. *Journal of Hospital Infection*, London, v. 122, p. 11-18, 2022.

COSTA, M. A. F.; COSTA, M. F. B. *Biossegurança de A a Z*. 6. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2023.
DUL, J.; WEERDMEESTER, B. *Ergonomia prática*. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2022.

FENALTE, M. P.; GELATTI, L. C. Contaminação de jalecos usados pela equipe de enfermagem. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, Goiânia, v. 15, n. 1, p. 96-101, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5216/ree.v15i1.17207>. Acesso em: 16 maio 2026.

FIGUEIREDO, I. M.; SILVA, L. M.; OLIVEIRA, R. A. Avaliação da segurança em laboratórios de análises clínicas: um estudo de caso. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo, v. 46, e1, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbso/>. Acesso em: 16 maio 2026.

HIRATA, M. H.; MANCINI FILHO, J. *Manual de biossegurança*. 3. ed. Barueri: Manole, 2017.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). *IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans*. Lyon: IARC, 2024.

INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION (ILO). *Occupational Safety and Health Report*. Geneva: ILO, 2023.

LEKA, S.; JAIN, A.; IAVICOLI, S. *Managing psychosocial risks at work*. Geneva: World Health Organization, 2022.

LINO, Ágatha Raianne dos Santos Dias; GONÇALVES, Alexandre; DOMINGOS, Rudnei Matos da Silva. Atuação da enfermagem no controle e prevenção de infecções relacionadas à assistência à saúde. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 125-137, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v1i01.17348>. Acesso em: 16 maio 2026.

MASTROENI, M. F. *Biossegurança aplicada a laboratórios e serviços de saúde*. São Paulo: Atheneu, 2005.

OLIVEIRA, A. C.; SILVA, M. D. M. Caracterização epidemiológica dos microrganismos presentes em jalecos utilizados por profissionais de saúde. *Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção*, Santa Cruz do Sul, v. 3, n. 3, p. 80-87, 2013.

OLIVEIRA, J. R. et al. Impacto do uso de EPIs na redução de acidentes em laboratórios de microbiologia. *Journal of Health and Safety*, v. 10, n. 1, p. 25-34, 2021.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Laboratory Biosafety Manual*. 4. ed. Geneva: World Health Organization, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Global Report on Infection Prevention and Control*. Geneva: World Health Organization, 2023.

OTTER, J. A. et al. The role of contaminated surfaces in the transmission of nosocomial pathogens. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, Chicago, v. 34, n. 5, p. 449-452, 2013.

PELEG, A. Y.; SEIFERT, H.; PATERSON, D. L. *Acinetobacter baumannii*: emergence of a successful pathogen. *Clinical Microbiology Reviews*, Washington, v. 33, n. 2, p. 1-32, 2020.

PENNA, P. M. M. et al. Biossegurança: uma revisão. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v. 77, n. 3, p. 555-565, 2010.

PILONETTO, M. et al. Hospital gowns as a vehicle for bacterial dissemination in an intensive care unit. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, Salvador, v. 8, n. 3, p. 206-210, 2004.

RAPPARINI, C.; REINHARDT, E. L. *Acidentes com material biológico em serviços de saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

REASON, J. *Managing the risks of organizational accidents*. London: Routledge, 2016.

SANGIONI, L. A. et al. Princípios de biossegurança aplicados aos laboratórios de ensino universitário de microbiologia e parasitologia. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 91-99, 2013.

SANTOS, N.; FIALHO, F. A. P. *Antropotecnologia: a ergonomia dos sistemas de produção*. Curitiba: Gênese, 1997.

SIEGEL, J. D. et al. *Guideline for isolation precautions: preventing transmission of infectious agents in healthcare settings*. Atlanta: CDC, 2019.

SILVA, G. S. et al. Conhecimento e utilização de medidas de precaução-padrão por profissionais de saúde. *Escola Anna Nery*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 103-110, 2012.

TACCONELLI, E. et al. Antimicrobial resistance and infection control priorities. *Clinical Microbiology and Infection*, Paris, v. 30, n. 1, p. 1-12, 2024.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. *Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar*. 2. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2010.

UNEKE, C. J.; IJEOMA, P. A. The potential for nosocomial infection transmission by healthcare workers' attire. *International Journal of Infectious Diseases*, Hamilton, v. 14, n. 1, p. e28-e32, 2010.

VENDRAME, Antônio Carlos. A insalubridade por agentes biológicos. *Revista CIPA*, São Paulo, ed. 241, 1997.

WALTERS, Norma; ESTRIDGE, Barbara; REYNOLDS, Anna. *Laboratório clínico: técnicas básicas*. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

WEBER, D. J.; KANAMORI, H.; RUTALA, W. A. Environmental contamination and infection transmission in healthcare settings. *American Journal of Infection Control*, New York, v. 51, n. 4, p. 385-392, 2023.

ZOCHIO, L. B. *Biossegurança em laboratórios de análises clínicas*. São José do Rio Preto: Academia de Ciência e Tecnologia, 2009.

ZURITA, Ivan E. O. Segurança do trabalho em ambientes hospitalares. *Revista CIPA*, São Paulo, 1997.