

BIOSSEGURANÇA HOSPITALAR

ARTEDES JOSÉ SANTOS DA COSTA

Biossegurança Hospitalar

Autor

Artedes José Santos da Costa

BIOSSEGURANÇA HOSPITALAR



Copyright © Editora Humanize
Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação do copyright (Lei 5.988/73 e Lei 9.61/98)

Autor

Artedes José Santos Da Costa

Publicação

Editora Humanize

Diagramação e Editoração

Luis Filipe Oliveira Duran

Caroline Taiane Santos da Silva

Naiara Paula Ferreira Oliveira

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
(Editora Humanize, BA, Salvador)**

A786b DA COSTA, Artedes José Santos.
BH27483

Biossegurança Hospitalar - 1ªed. Bahia / BA: Editora Humanize, 2025
1 livro digital; ed. I; il.

ISBN: 978-65-5255-141-2

1. Saúde 2. Biossegurança 3. Hospitalar
I. Título

CDU 610

Índice para catálogo sistemático

1. Saúde	01
2. Biossegurança	27
3. Hospitalar	29

SOBRE O AUTOR

ARTEDES JOSÉ SANTOS DA COSTA

Mestrando em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT) pelo Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM).

Pós-graduado em Tecnologia e Diagnóstico por Imagem pela Universidade de Uberaba (UNIUBE).

Tecnólogo em Radiologia pela Universidade Nove de Julho (UNINOVE).

Técnico em Radiologia pelo CEFORES – Centro de Formação Profissional.

Atua na área de Diagnóstico por Imagem, com ênfase em técnicas radiográficas, tomografia computadorizada e radiologia digital. Sua trajetória é marcada pela dedicação ao ensino e à pesquisa aplicada em Radiologia Diagnóstica, com foco na formação técnica, na qualidade de imagem, na segurança do paciente e na inovação tecnológica.

Defensor de uma prática profissional ética e comprometida com a excelência, busca integrar fundamentos científicos e avanços tecnológicos à dimensão humana do cuidado em saúde. Seu trabalho reflete o propósito de promover uma radiologia diagnóstica cada vez mais precisa, humanizada e orientada pela responsabilidade social.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
------------------	---

CAPÍTULO 01: FUNDAMENTOS ANALÍTICOS DA BIOSSEGURANÇA HOSPITALAR.....

10

1.1 Evolução histórica e fundamentos conceituais da biossegurança.....	10
1.2 Biossegurança como política institucional de proteção	12
1.3 Integração entre biossegurança, segurança do trabalhador e segurança do paciente.....	14
1.4 Cultura organizacional e comportamento profissional	16
1.5 Marcos normativos e diretrizes estruturantes	18

CAPÍTULO 02: DETERMINANTES DOS RISCOS OCUPACIONAIS EM SERVIÇOS DE SAÚDE

21

2.1 Natureza e complexidade dos riscos hospitalares.....	21
2.2 Vulnerabilidades estruturais, comportamentais e gerenciais	23
2.3 Evidências nacionais de exposição ocupacional.....	26
2.4 Subnotificação e impactos institucionais	28
2.5 Fatores organizacionais que ampliam ou mitigam riscos	30

CAPÍTULO 03: RISCO BIOLÓGICO E GESTÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

33

3.1 Agentes biológicos e vias de transmissão.....	33
3.2 Acidentes com material biológico no Brasil.....	35
3.3 Protocolos de prevenção e resposta	37
3.4 Biossegurança laboratorial e confiabilidade diagnóstica.....	39
3.5 Adesão às práticas de biossegurança	42

CAPÍTULO 04: RISCOS QUÍMICOS E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE.....

45

4.1 Substâncias químicas e perigos ocupacionais.....	45
4.2 Gestão de resíduos perigosos	47
4.3 Falhas institucionais e desafios de conformidade	49

4.4 Responsabilidade técnica e impactos ambientais	52
4.5 Estruturas de prevenção e monitoramento	54

CAPÍTULO 05: RADIAÇÕES IONIZANTES E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA..... 57

5.1 Fundamentos da radiação ionizante em ambientes hospitalares.....	57
5.2 Diretrizes da NR-32 para radiações	59
5.3 Programas de Garantia da Qualidade na EBSE RH	61
5.4 Sistemas de controle e monitoramento	63
5.5 Proteção individual e coletiva.....	65

CAPÍTULO 06: EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA...68

6.1 Classificação e critérios técnicos de uso	68
6.2 Barreiras de proteção coletiva.....	70
6.3 Procedimentos adequados de paramentação e desparamentação.....	72
6.4 Adesão e limitações práticas	75
6.5 Indicadores de desempenho	77

CAPÍTULO 07: PROTOCOLOS, ROTINAS E GARANTIA DA QUALIDADE..... 80

7.1 Padronização das rotinas críticas	80
7.2 Programas de Garantia da Qualidade.....	82
7.3 Auditoria, monitoramento e melhoria contínua	84
7.4 Notificação de incidentes e gestão do risco	86
7.5 Práticas de Segurança da EBSE RH	88

CAPÍTULO 08: CONTROLE DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE (IRAS) 91

8.1 Fundamentos epidemiológicos das IRAS	91
8.2 Higienização das mãos como prática central	93
8.3 Processos seguros na Central de Material e Esterilização	95
8.4 Estruturas de vigilância epidemiológica	97
8.5 Protocolos assistenciais e práticas seguras	98

CAPÍTULO 09: GESTÃO DE RESÍDUOS HOSPITALARES, SUSTENTABILIDADE E SEGURANÇA AMBIENTAL 102

9.1 Fluxo e classificação dos resíduos	102
9.2 Gerenciamento interno e externo	104
9.3 Impactos ambientais e ocupacionais.....	106
9.4 Normativas e exigências técnicas	108
9.5 Estratégias de sustentabilidade hospitalar.....	109

CAPÍTULO 10: EDUCAÇÃO PERMANENTE E FORMAÇÃO PROFISSIONAL EM BIOSSEGURANÇA 113

10.1 Competências essenciais para atuação segura	113
10.2 Práticas formativas e simulação realística	115
10.3 Desafios da capacitação no setor público	117
10.4 Cultura de aprendizagem contínua	119
10.5 Impacto da formação na adesão às práticas seguras	121

CAPÍTULO 11: GOVERNANÇA, LIDERANÇA E GESTÃO DO RISCO 124

11.1 Governança clínica aplicada à biossegurança.....	124
11.2 Liderança e responsabilidade institucional	126
11.3 Indicadores de monitoramento e avaliação.....	128
11.4 Tomada de decisão baseada em evidências	130
11.5 Comunicação e transparência na gestão do risco.....	132

CAPÍTULO 12: TENDÊNCIAS E DESAFIOS EMERGENTES EM BIOSSEGURANÇA 135

12.1 Consequências da pandemia para as políticas de biossegurança.....	135
12.2 Ambientes híbridos, digitalização e riscos emergentes	137
12.3 Automação, inteligência artificial e rastreabilidade	139
12.4 Análises internacionais e cenários futuros.....	141
12.5 Transformações necessárias no campo da biossegurança.....	144

REFERÊNCIAS 147

INTRODUÇÃO

A biossegurança hospitalar consolidou-se, nas últimas décadas, como um dos pilares estruturantes da qualidade assistencial e da proteção ao trabalhador da saúde. O avanço tecnológico, a intensificação do fluxo de pacientes e a complexidade crescente dos serviços tornaram os ambientes hospitalares espaços de risco permanente, nos quais a segurança depende de políticas institucionais sólidas, formação contínua e sistemas capazes de articular prevenção, monitoramento e resposta a eventos adversos. A literatura especializada evidencia que, embora normas e diretrizes nacionais tenham consolidado bases importantes para a prevenção de agravos, ainda persistem desafios relacionados à governança, à adesão às práticas de segurança e à capacidade das instituições de incorporar tecnologias emergentes a partir de uma perspectiva crítica e integrada.

Os marcos regulatórios brasileiros, como a NR-32 analisada por Ricoldi, situam a biossegurança como política estruturante, direcionada à proteção dos trabalhadores e ao ordenamento de processos que envolvem riscos biológicos, químicos e radiológicos. Entretanto, a própria norma demonstra que o cumprimento formal dos requisitos não é suficiente para assegurar ambientes seguros quando não há cultura institucional de responsabilidade compartilhada. O Ministério da Saúde, em parceria com a OPAS, reforça que a biossegurança exige articulação entre vigilância, gestão de riscos, formação profissional e mecanismos de qualidade capazes de sustentar práticas sistemáticas, auditáveis e permanentemente atualizadas.

No âmbito internacional, documentos como o Canadian Biosafety Standard ampliam o debate ao enfatizar a necessidade de sistemas robustos de contenção, monitoramento ambiental, rastreabilidade e avaliação contínua de riscos. Essa perspectiva evidencia que a biossegurança precisa ser compreendida como campo dinâmico, sensível a transformações tecnológicas, à circulação global de patógenos e à crescente integração entre processos digitais e práticas assistenciais. Em consonância com esse movimento, a EBSEH tem buscado fortalecer programas de garantia da qualidade, controle de radiações ionizantes, padronização de rotinas e formação das equipes, destacando que a segurança depende de processos institucionalizados e de ambientes capazes de sustentar condutas clínicas com precisão técnica.

As evidências nacionais e internacionais convergem ao apontar que a segurança hospitalar só se efetiva quando instituições fortalecem suas capacidades de governança, promovem educação permanente e estruturam mecanismos de monitoramento capazes de antecipar riscos. Estudos conduzidos por Nogueira e colaboradores, Costa e sua equipe, Galvão, Remigio e Lobo, além de pesquisas internacionais como as de Kimman, Jagtap, Yeung e Tang, demonstram que a adesão às práticas seguras depende da combinação entre infraestrutura, cultura organizacional, tecnologias confiáveis e profissionais qualificados. Esse conjunto de elementos define a maturidade institucional e orienta a transição para modelos mais integrados, analíticos e tecnologicamente sustentados.

Este livro se propõe a analisar a biossegurança hospitalar a partir de um olhar ampliado, que integra fundamentos conceituais, determinantes de risco, marcos normativos, desafios organizacionais, impacto da tecnologia, estratégias de educação permanente e tendências emergentes. A abordagem adotada articula evidências teóricas e normativas, estudos nacionais e internacionais e análises críticas sobre a realidade dos serviços de saúde, oferecendo uma leitura aprofundada para profissionais, pesquisadores e gestores que atuam na interface entre segurança, qualidade e cuidado. Ao longo dos capítulos, busca-se demonstrar que a biossegurança não é um campo isolado, mas um componente transversal da gestão hospitalar, essencial para proteger trabalhadores, garantir a segurança dos pacientes e sustentar a confiabilidade das práticas clínicas.

Essa perspectiva amplia a compreensão de que investir em biossegurança significa investir em governança, infraestrutura, cultura, tecnologia e formação. Ao explorar tais dimensões de modo articulado, o livro apresenta um panorama que ultrapassa a descrição de normas e evidencia a necessidade de transformação contínua, capaz de responder às exigências de sistemas de saúde complexos, dinâmicos e desafiados por riscos emergentes. Trata-se, portanto, de uma obra que busca contribuir para um modelo de biossegurança orientado pela responsabilidade institucional, pela precisão técnica e por uma cultura de proteção que reconheça a centralidade do trabalhador e do paciente no processo de cuidado.

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS ANALÍTICOS DA BIOSSEGURANÇA HOSPITALAR

1.1 Evolução histórica e fundamentos conceituais da biossegurança

A trajetória da biossegurança hospitalar se consolidou a partir do reconhecimento de que a crescente complexidade dos serviços de saúde exige mecanismos estruturados de prevenção, controle e gestão dos riscos ocupacionais e assistenciais. Quando o Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, sistematizou diretrizes amplas para o campo, apresentou a biossegurança como uma política capaz de integrar proteção individual, segurança coletiva e governança institucional, demonstrando que práticas isoladas não são suficientes para responder à multiplicidade de riscos que atravessam o ambiente hospitalar (BRASIL; OPAS, 2010). Esse enquadramento marcou um avanço conceitual importante ao evidenciar que a biossegurança não se limita à adoção de equipamentos ou normas específicas, mas constitui um sistema estratégico de organização do cuidado.

No cenário internacional, o Canadian Biosafety Standard reforçou essa compreensão ao definir a biossegurança como um arranjo sistêmico que depende simultaneamente de controles de engenharia, práticas profissionais consistentes e estruturas de gestão orientadas por evidências (CANADA, 2022). Ao tratar a biossegurança como um modelo de alta confiabilidade, o documento deixa claro que a proteção efetiva depende de processos articulados, capazes de antecipar falhas, reduzir vulnerabilidades e sustentar ambientes assistenciais complexos. A perspectiva canadense é particularmente relevante porque alinha biossegurança e governança clínica, mostrando que instituições seguras são aquelas que integram comportamento humano, infraestrutura e cultura organizacional.

No Brasil, esse processo de fortalecimento conceitual ganhou amplitude com iniciativas de instituições públicas como a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. O Caderno de Segurança do Trabalho da EBSEH enfatiza que a biossegurança deve constituir política

institucional permanente, sustentada por protocolos robustos, treinamentos continuados e monitoramento sistemático de riscos (EBSERH, 2022). Ao apresentar a biossegurança como componente estratégico da gestão hospitalar, a EBSERH reforça que a proteção dos trabalhadores e a segurança do paciente formam dimensões interdependentes, cuja eficácia depende de decisões organizacionais consistentes e do cumprimento rigoroso de diretrizes técnicas.

A literatura técnico-científica reforça esse entendimento ao mostrar que a biossegurança evoluiu acompanhando transformações tecnológicas, epidemiológicas e operacionais. Kimman e colaboradores argumentam que a biossegurança deve ser concebida como mecanismo de contenção e confiabilidade, no qual a prevenção de riscos não se restringe ao controle microbiológico, mas exige estruturas capazes de garantir precisão diagnóstica, qualidade operacional e redução de incertezas (KIMMAN et al., 2008). O ponto central desses autores é fundamental: biossegurança não é apenas proteção, mas garantia de funcionamento seguro em sistemas altamente complexos.

Esse movimento de amadurecimento conceitual levou à fortalecimento das normativas nacionais, especialmente com a implementação da NR-32. Nos materiais técnicos da HC-UFTM/EBSERH, Ricoldi descreve a norma como marco regulatório que redefiniu a responsabilidade institucional ao estabelecer princípios claros de proteção, detalhando riscos biológicos, químicos, físicos e ergonômicos, e orientando a criação de ambientes assistenciais alinhados à prevenção contínua (RICOLDI, HC-UFTM/EBSERH). Lemos, em módulo dedicado às radiações ionizantes, desenvolve essa abordagem ao demonstrar que a biossegurança aplicada à radiologia exige domínio técnico, controles operacionais rigorosos e monitoramento permanente dos níveis de exposição, reforçando que a segurança radiológica é parte inseparável da segurança hospitalar (LEMOS, HC-UFTM/EBSERH). Paiva, ao tratar dos riscos químicos e dos resíduos dos serviços de saúde, acrescenta que a biossegurança também envolve responsabilidade ambiental, gestão qualificada de substâncias perigosas e monitoramento contínuo de fluxos e descartes (PAIVA, HC-UFTM/EBSERH).

Ao integrar todas essas contribuições, torna-se evidente que a evolução da biossegurança hospitalar é resultado de um percurso que uniu ciência, normatização e gestão institucional. O campo deixou de ser entendido como um conjunto de recomendações pontuais

e passou a representar uma arquitetura organizacional que orienta práticas, estrutura rotinas, sustenta decisões e protege vidas. Por isso, seus fundamentos conceituais só podem ser plenamente compreendidos quando observados à luz da articulação entre políticas públicas, sistemas de qualidade, comportamento profissional e cultura organizacional — elementos que, combinados, dão materialidade à biossegurança como eixo estruturante dos serviços de saúde.

1.2 Biossegurança como política institucional de proteção

A biossegurança assume seu papel mais efetivo quando é tratada como política institucional, integrada à estrutura de governança hospitalar e sustentada por decisões organizacionais consistentes. A formulação apresentada pelo Ministério da Saúde em parceria com a Organização Pan-Americana da Saúde mostra que a biossegurança deve funcionar como sistema articulado de proteção capaz de orientar ações de gestores, trabalhadores e equipes técnicas. Esse entendimento reforça que a prevenção de riscos não se limita à adoção de medidas pontuais, mas depende da construção de ambientes que organizam práticas, padronizam comportamentos e integram processos de vigilância, controle e resposta (BRASIL; OPAS, 2010).

A institucionalização dessa perspectiva ganha concretude no âmbito dos hospitais públicos federais. Os documentos da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares sustentam que a biossegurança precisa operar como eixo organizador das práticas assistenciais, o que implica planejamento institucional, definição clara de responsabilidades, capacitações contínuas e monitoramento sistemático de indicadores de segurança. Ao estabelecer essa compreensão, a EBSEH demonstra que a proteção do trabalhador e a segurança do paciente são dimensões indissociáveis e que o desempenho seguro exige escolha política consistente, sustentada pela gestão e pelos serviços de apoio técnico (EBSEH, 2022).

A partir dessa base, torna-se evidente que estruturas institucionais sólidas são determinantes para o cumprimento das normas nacionais. Os materiais técnicos da HC-UFTM vinculados à EBSEH mostram que a aplicação dos princípios da NR 32 exige mais do que conhecimento individual. Segundo Ricoldi, a norma se efetiva quando as organizações estruturam mecanismos permanentes de supervisão, análise de riscos, controle de exposições e

consolidação de rotinas que impeçam a fragmentação das práticas de segurança. A proteção, portanto, depende menos da intenção individual e mais da capacidade institucional de transformar diretrizes legais em processos operacionais estáveis.

O campo das radiações ionizantes ilustra com clareza a necessidade de políticas organizacionais consistentes. As análises de Lemos mostram que o funcionamento seguro de equipamentos radiológicos depende de programas de garantia da qualidade, testes periódicos, confiabilidade técnica e monitoramento contínuo dos níveis de exposição, elementos que apenas se sustentam quando há compromisso institucional com a segurança. O Programa de Garantia da Qualidade da EBSEH dirigido às unidades que trabalham com emissores de radiação reafirma essa perspectiva ao exigir registro sistemático, avaliação de desempenho e controle rigoroso das condições operacionais (EBSEH, 2025).

A mesma lógica aparece na gestão de substâncias químicas e no manejo de resíduos de serviços de saúde. Paiva destaca que processos seguros nessa área só se consolidam quando as instituições estruturam fluxos, definem responsabilidades técnicas e mantêm vigilância contínua sobre o descarte, a armazenagem e a circulação de materiais perigosos. Falhas recorrentes nessa gestão têm origem menos na ausência de conhecimento profissional e mais na fragilidade das políticas internas que deveriam sustentar as práticas cotidianas.

O conjunto dessas análises evidencia que a biossegurança, enquanto política institucional, não se reduz ao cumprimento de normas ou à adoção de equipamentos de proteção. A biossegurança se concretiza quando a organização assume a responsabilidade de criar condições objetivas para a proteção do trabalhador e do paciente, utilizando parâmetros técnicos, indicadores de desempenho, estratégias de formação e mecanismos de supervisão contínua. Uma instituição que integra essas dimensões transforma protocolos em práticas coerentes e práticas em resultados capazes de reduzir eventos adversos e fortalecer a qualidade do cuidado.

1.3 Integração entre biossegurança, segurança do trabalhador e segurança do paciente

A integração entre biossegurança, segurança do trabalhador e segurança do paciente constitui um eixo estruturante da organização hospitalar moderna. Essa compreensão dialoga diretamente com o posicionamento do Ministério da Saúde em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, que descreve a biossegurança como um sistema de proteção que articula prevenção, vigilância e gestão de riscos, sustentando que a proteção eficaz exige abordagem integrada e não práticas isoladas (BRASIL; OPAS, 2010). Essa formulação reposiciona a biossegurança como política transversal, capaz de conectar práticas clínicas, infraestrutura, cultura institucional e condições de trabalho.

Essa perspectiva ganha contornos mais nítidos quando analisada à luz do que a Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares propõe em seus cadernos e programas. A EBSEH argumenta que a segurança do trabalhador é componente inseparável da segurança assistencial, uma vez que ambientes laborais instáveis aumentam diretamente a probabilidade de falhas técnicas, acidentes e eventos adversos que impactam a qualidade do cuidado (EBSEH, 2022). Assim, a instituição defende que a proteção não pode depender apenas da conduta individual, mas requer políticas permanentes que estruturam rotinas críticas, qualificam processos e fortalecem padrões de segurança clínica.

Essa relação de interdependência encontra respaldo também na interpretação de Ricoldi ao discutir os princípios que orientam a NR 32. Em sua análise, a norma cria uma base regulatória que disciplina ambientes, materiais, fluxos e comportamentos profissionais, reduzindo a circulação de agentes biológicos, organizando práticas de higiene e sistematizando condutas que se refletem tanto na proteção do trabalhador quanto na segurança do paciente. Ricoldi enfatiza que o cumprimento da NR 32 depende de gestão ativa, processos de supervisão e responsabilidade institucional, o que evidencia que a segurança não pode ser reduzida a ações isoladas, mas a processos sustentados pela organização.

A área da radiologia amplia ainda mais essa compreensão. Ao analisar a relação entre biossegurança e radiações ionizantes, Lemos demonstra que a exposição segura dos trabalhadores está diretamente associada à precisão dos exames, à confiabilidade dos equipamentos e à qualidade diagnóstica. Segundo a autora, a proteção radiológica depende de

programas de garantia da qualidade que monitoram o desempenho dos equipamentos, avaliam níveis de exposição e estabelecem limites de segurança capazes de proteger profissionais e pacientes simultaneamente. A EBSERH, ao desenvolver seu Programa de Garantia da Qualidade voltado às unidades que operam emissores de radiação ionizante, reforça que a segurança técnica e assistencial se sustenta sobre monitoramento constante, registro de doses e avaliação rigorosa das condições operacionais.

O manejo de substâncias químicas e resíduos de serviços de saúde oferece outro exemplo da articulação entre essas esferas. Paiva defende que práticas inadequadas de armazenamento, manipulação e descarte comprometem tanto a integridade dos trabalhadores quanto a segurança sanitária dos pacientes, criando ambientes propícios à contaminação cruzada e ao surgimento de riscos secundários. Essa análise evidencia que a biossegurança necessita de políticas internas bem estruturadas e fluxos padronizados para evitar falhas que rompem a cadeia de proteção.

Evidências empíricas reforçam essa conclusão. O estudo conduzido por Galvão, Remigio e Lobo demonstra que falhas na adesão às práticas de biossegurança em Centrais de Material e Esterilização comprometem diretamente a qualidade da esterilização e, portanto, aumentam o risco de incidentes relacionados a procedimentos invasivos. Segundo os autores, a qualidade da esterilização depende tanto da qualificação técnica quanto da capacidade institucional de ofertar condições adequadas de trabalho, supervisionar processos e manter rotinas padronizadas.

Essa articulação também aparece em referenciais internacionais. Kimman e colaboradores defendem que sistemas de biossegurança eficazes funcionam como estruturas de confiabilidade operacional nas quais desempenho humano, tecnologias e políticas institucionais atuam de maneira integrada para reduzir riscos e ampliar a precisão diagnóstica. A análise desses autores mostra que a biossegurança não se limita à contenção de agentes biológicos, mas envolve uma rede de decisões técnicas que se refletem diretamente na segurança dos pacientes.

Quando se observam essas contribuições de forma integrada, torna-se evidente que a biossegurança, a segurança do trabalhador e a segurança do paciente formam um sistema único, no qual a proteção de um grupo depende necessariamente da proteção do outro. A organização hospitalar só alcança desempenho seguro quando políticas, normativas, processos gerenciais e

cultura interna convergem para criar ambientes nos quais trabalhadores estejam protegidos, procedimentos sejam consistentes e pacientes recebam cuidado livre de riscos evitáveis. Esse é o ponto central: a biossegurança só se concretiza plenamente quando se transforma em política institucional articulada, capaz de sustentar práticas coerentes e resultados assistenciais seguros.

1.4 Cultura organizacional e comportamento profissional

A relação entre cultura organizacional e comportamento profissional constitui um dos eixos centrais para compreender a efetividade das práticas de biossegurança nos serviços de saúde. A biossegurança não se materializa apenas por meio de normas e dispositivos técnicos. Ela depende de um ambiente institucional que sustenta valores, expectativas e práticas coerentes com a proteção, criando condições para que trabalhadores incorporem comportamentos seguros de forma contínua e não apenas diante de situações específicas. Essa perspectiva é defendida pelo Ministério da Saúde e pela Organização Pan-Americana da Saúde ao enfatizarem que a prevenção de riscos requer mais que protocolos: exige alinhamento entre valores institucionais, liderança comprometida e processos estruturados que sustentem práticas cotidianas de segurança (BRASIL; OPAS, 2010).

O documento da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares aprofunda esse entendimento ao tratar a cultura organizacional como elemento capaz de promover ou inibir a adesão às recomendações de segurança. A instituição argumenta que ambientes onde a gestão valoriza a prevenção, promove a comunicação aberta e estabelece rotinas sistemáticas de capacitação tendem a apresentar maior adesão às medidas de proteção. Segundo a EBSEH, a cultura organizacional voltada à segurança se consolidou como componente decisivo para que profissionais reconheçam riscos, compreendam o impacto de suas ações e mantenham padrões adequados de proteção mesmo em contextos de alta demanda ou pressão assistencial (EBSEH, 2022).

A análise de Ricoldi sobre a NR 32 reforça a importância desse fator ao demonstrar que a simples existência de normas não garante o comportamento seguro. O autor evidencia que a efetividade da norma depende da capacidade institucional de criar condições que estimulem a vigilância permanente, o reconhecimento de riscos, a comunicação de incidentes e a

responsabilização compartilhada. A norma, portanto, opera como estrutura de referência, mas somente se transforma em prática quando a cultura institucional legitima o comportamento seguro como valor coletivo, e não como ação restrita ao indivíduo. Ricoldi destaca que ambientes onde há apoio da gestão, supervisão técnica qualificada e processos educativos contínuos tendem a apresentar níveis mais elevados de adesão às práticas preventivas.

Essa relação entre cultura e comportamento aparece também nos estudos voltados às áreas de esterilização e processamento de materiais. Galvão, Remigio e Lobo demonstram que a adesão às práticas de biossegurança na Central de Material e Esterilização não depende exclusivamente do conhecimento técnico dos profissionais. Os autores identificam que fatores organizacionais, como supervisão insuficiente, ausência de padronização rigorosa e falhas na comunicação interna, interferem diretamente na adesão às rotinas de desinfecção e esterilização. Esses achados revelam que o comportamento profissional é produto da interação entre conhecimento técnico, condições institucionais e cultura organizacional que sustenta ou fragiliza práticas seguras.

No campo das radiações ionizantes, Lemos mostra que a cultura organizacional exerce influência decisiva sobre a forma como trabalhadores da radiologia adotam medidas de proteção. A autora explica que a exposição segura não se limita ao uso de equipamentos de proteção. Ela depende de atitudes que envolvem reconhecimento de riscos, cumprimento rigoroso dos procedimentos operacionais e participação ativa em programas de garantia da qualidade. Quando a instituição promove uma cultura de segurança, incentiva o registro de doses, fortalece a supervisão técnica e estabelece rotinas claras de monitoramento. Isso aumenta a probabilidade de que os profissionais incorporem comportamentos preventivos, reduzindo variações que comprometem o desempenho dos equipamentos e a segurança dos pacientes.

A interface entre cultura organizacional e comportamento profissional também se manifesta na gestão de substâncias químicas e resíduos. Paiva evidencia que ambientes onde a cultura institucional desvaloriza o manejo seguro dos resíduos tendem a apresentar falhas que colocam em risco trabalhadores, pacientes e o ambiente. Fluxos inadequados, improvisações e práticas de descarte inseguras são sintomas de uma cultura organizacional que não reconhece a biossegurança como prioridade. Nesse sentido, o comportamento individual é reflexo direto do tipo de orientação institucional que estrutura a rotina de trabalho.

Quando esses elementos são analisados em conjunto, observa-se que a cultura organizacional opera como mediadora da eficácia dos programas de biossegurança. Uma instituição que incorpora a prevenção como princípio, que promove formação contínua e que estabelece sistemas de comunicação e monitoramento cria condições para que o comportamento profissional seja orientado pela segurança. Em contrapartida, ambientes onde a gestão negligencia a biossegurança tendem a produzir comportamentos inconsistentes, mesmo entre trabalhadores tecnicamente qualificados.

A integração entre cultura e comportamento evidencia que a biossegurança, para além de sua base normativa, é uma prática social que se constrói nas interações diárias, na forma como equipes organizam seu trabalho e no modo como compreendem responsabilidades compartilhadas. É nesse ponto que a cultura institucional se torna determinante para sustentar rotinas seguras e para transformar recomendações técnicas em práticas consolidadas, garantindo proteção aos trabalhadores e segurança aos pacientes.

1.5 Marcos normativos e diretrizes estruturantes

A consolidação da biossegurança hospitalar no Brasil se apoia em um conjunto robusto de marcos normativos que orientam a organização dos serviços, estruturam práticas de prevenção e definem responsabilidades institucionais e profissionais. Esses instrumentos jurídicos e técnicos configuram um arcabouço que não apenas disciplina condutas, mas sustenta modelos de gestão orientados para a proteção do trabalhador e a segurança do paciente. A elaboração conjunta do Ministério da Saúde e da Organização Pan-Americana da Saúde reforça essa perspectiva ao definir a biossegurança como política integrada que articula vigilância sanitária, práticas seguras e processos de gestão capazes de transformar diretrizes em rotinas clínicas consolidadas (BRASIL; OPAS, 2010). Essa formulação evidencia que os marcos regulatórios não devem ser compreendidos como instrumentos formais isolados, mas como pilares estruturantes da organização hospitalar contemporânea.

Entre esses marcos, a Norma Regulamentadora 32 ocupa posição central por estabelecer parâmetros mínimos de proteção aos trabalhadores da saúde, disciplinando riscos biológicos, químicos, físicos e ergonômicos. Nos materiais técnicos elaborados pela HC-UFTM em

parceria com a EBSEH, Ricoldi demonstra que a NR 32 institui princípios que orientam a avaliação de riscos, o controle de exposições, o manejo de materiais e a organização de fluxos internos, consolidando uma base normativa que integra proteção ocupacional e qualidade assistencial. A norma se destaca por sua abrangência, por sua capacidade de orientar condutas e por propor um modelo de gestão que combina prevenção, responsabilidade institucional e supervisão contínua.

As diretrizes específicas para áreas de maior complexidade reforçam essa dinâmica. O módulo dedicado às radiações ionizantes elaborado por Lemos detalha requisitos técnicos, limites de exposição, responsabilidades operacionais e padrões de monitoramento necessários para garantir segurança em ambientes radiológicos. Esse documento demonstra que a proteção radiológica depende de marcos regulatórios que combinam normas legais, controles técnicos e programas de garantia da qualidade, criando condições para que o desempenho dos equipamentos e a atuação dos profissionais mantenham níveis adequados de segurança. A centralidade dessas diretrizes se evidencia pelo fato de que a radiologia envolve riscos físicos que exigem parâmetros técnicos precisos e sistemas de verificação contínua.

A importância dos marcos normativos também se manifesta nas diretrizes elaboradas pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares. Os documentos institucionais da EBSEH, especialmente o Caderno de Segurança do Trabalho, apresentam diretrizes que orientam a padronização de rotinas, a capacitação das equipes, a organização dos fluxos de trabalho e o monitoramento das condições de segurança. A instituição trata a biossegurança como política transversal, entendendo que a consolidação de práticas seguras depende da articulação entre estrutura física, processos assistenciais e cultura organizacional. O Programa de Garantia da Qualidade para unidades que operam emissores de radiação fortalece essa compreensão ao exigir avaliações periódicas, registros sistemáticos e cumprimento rigoroso de parâmetros que asseguram estabilidade operacional e proteção ocupacional.

No cenário internacional, documentos como o Canadian Biosafety Standard ampliam o repertório normativo ao apresentar modelos de gestão baseados em níveis de contenção, controles de engenharia, validação de práticas laboratoriais e procedimentos de auditoria capazes de garantir confiabilidade operacional. Essa abordagem destaca que a biossegurança é sustentada por sistemas que combinam infraestrutura qualificada, monitoramento rigoroso e

procedimentos técnicos consistentes, reforçando a necessidade de normativas que dialoguem com a complexidade dos ambientes assistenciais. Paralelamente, as recomendações do CDC sobre precauções de isolamento estabelecem parâmetros de controle de infecções que impactam diretamente a organização dos serviços, demonstrando que políticas internacionais servem como referência para balizar processos de vigilância e cuidados clínicos.

Esse conjunto de marcos estruturantes revela que a biossegurança depende de um ambiente regulatório capaz de integrar normas gerais, diretrizes específicas e políticas institucionais. A força das normativas reside justamente na capacidade de articular direitos trabalhistas, padrões técnicos e responsabilidades administrativas em um modelo coerente de gestão dos riscos. Quando essas diretrizes são incorporadas aos processos organizacionais, tornam-se ferramentas essenciais para orientar o comportamento profissional, qualificar práticas assistenciais e estruturar sistemas de proteção que sustentam a segurança dos trabalhadores e dos pacientes. Dessa forma, os marcos normativos constituem a espinha dorsal sobre a qual se organiza a biossegurança hospitalar, conferindo estabilidade, previsibilidade e rigor às práticas cotidianas dos serviços de saúde.

CAPÍTULO 2

DETERMINANTES DOS RISCOS OCUPACIONAIS EM SERVIÇOS DE SAÚDE

2.1 Natureza e complexidade dos riscos hospitalares

A natureza dos riscos presentes nos serviços de saúde decorre da combinação entre fatores estruturais, tecnológicos, organizacionais e humanos que caracterizam o ambiente hospitalar como espaço de alta complexidade. Os documentos elaborados pelo Ministério da Saúde em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde evidenciam que os riscos nesses ambientes são produto de múltiplas interações, resultando de práticas assistenciais intensivas, circulação contínua de agentes biológicos e exposição frequente a substâncias químicas, equipamentos tecnológicos e fluxos de trabalho sob pressão (BRASIL; OPAS, 2010). Essa multiplicidade faz com que o risco hospitalar não possa ser compreendido como fenômeno isolado, mas como resultado de um sistema que envolve simultaneamente infraestrutura, comportamento profissional e decisões organizacionais.

A Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares reforça essa interpretação ao destacar que os riscos no ambiente hospitalar se manifestam de forma dinâmica e variam conforme a natureza das atividades, o perfil das unidades, a organização das rotinas e a qualidade da gestão. Em seu Caderno de Segurança do Trabalho, a EBSERH demonstra que a complexidade dos hospitais reside na presença simultânea de riscos biológicos, químicos, físicos, mecânicos e ergonômicos, frequentemente sobrepostos em uma mesma atividade. Esse caráter multifatorial implica que a análise dos riscos não pode se restringir à identificação pontual de agentes ou situações, mas precisa considerar a interação entre processos assistenciais, condições de trabalho, equipamentos e comportamento das equipes (EBSERH, 2022).

Essa compreensão também aparece nos materiais técnicos dedicados à aplicação da NR 32. Ricoldi evidencia que a norma se estrutura justamente para responder à diversidade e à interdependência dos riscos hospitalares, organizando um conjunto de orientações que articula prevenção, supervisão e monitoramento contínuo. A análise do autor demonstra que o risco

ocupacional nasce tanto da exposição direta a agentes biológicos e químicos quanto da ausência de padronização de fluxos, fragilidade na organização das tarefas e insuficiência de medidas coletivas de proteção. Em sua perspectiva, a complexidade dos riscos exige abordagem integrada que não se limite à mitigação pontual, mas que considere o ambiente institucional como determinante central para o controle da exposição.

O campo das radiações ionizantes reforça esse caráter sistêmico. Lemos demonstra que os riscos físicos associados a equipamentos radiológicos não podem ser compreendidos apenas em função dos níveis de radiação emitidos, mas também da conformidade técnica dos equipamentos, da adequação das barreiras de proteção, da organização dos fluxos e da precisão dos programas de garantia da qualidade. Em ambientes onde esses elementos estão desarticulados, aumentam não apenas as chances de exposição excessiva para trabalhadores, mas também a possibilidade de falhas diagnósticas que comprometem a segurança do paciente. Isso evidencia que os riscos hospitalares não são apenas eventos externos às atividades, mas características constitutivas das condições de trabalho, moduladas pela estrutura institucional.

O manejo dos resíduos e substâncias químicas acrescenta outra camada de complexidade. Paiva demonstra que a exposição a agentes químicos não surge exclusivamente do contato direto com substâncias, mas das rotinas de descarte, transporte, armazenamento e segregação. A ausência de fluxos devidamente estruturados, a fragmentação das rotinas e a falta de monitoramento sistemático criam condições favoráveis a acidentes e contaminações ambientais e ocupacionais. Esses elementos mostram que o risco químico hospitalar é tanto situacional quanto organizacional, revelando a indissociabilidade entre estrutura física, práticas profissionais e processos de gestão.

A literatura evidencia ainda que a complexidade dos riscos hospitalares se intensifica nos ambientes de laboratório e na Central de Material e Esterilização. Os estudos de Galvão, Remigio e Lobo mostram que falhas na adesão às práticas de biossegurança resultam de uma combinação entre pressão assistencial, insuficiência de treinamento, deficiências no controle de processos e lacunas na supervisão técnica. Essas análises evidenciam que a natureza dos riscos é profundamente influenciada pela capacidade institucional de organizar o trabalho e de oferecer condições adequadas de proteção.

A perspectiva internacional reforça esse entendimento. Kimman e colaboradores demonstram que a biossegurança e o controle de riscos dependem de modelos de gestão capazes de integrar infraestrutura, comportamento humano, validação de práticas técnicas e sistemas de monitoramento contínuo. Os autores defendem que ambientes de saúde seguros não se tornam complexos apenas pela presença de riscos, mas pela necessidade de coordenar processos interdependentes que envolvem tecnologia, recursos humanos e estruturas organizacionais em constante atividade.

Quando observada em sua totalidade, a complexidade dos riscos hospitalares revela que a proteção dos trabalhadores e dos pacientes depende de sistemas contínuos de análise, planejamento e tomada de decisão. A natureza multifacetada desses riscos exige abordagens abrangentes, que considerem simultaneamente os fatores estruturais, tecnológicos e humanos envolvidos nas práticas assistenciais. Dessa forma, compreender a complexidade dos riscos não significa apenas identificar perigos, mas reconhecer como a organização do trabalho, a cultura institucional, a qualidade dos processos e a configuração dos ambientes influenciam diretamente a segurança no contexto hospitalar.

2.2 Vulnerabilidades estruturais, comportamentais e gerenciais

A presença de vulnerabilidades nos serviços de saúde reflete a interação entre infraestrutura, práticas profissionais e processos de gestão, produzindo condições que ampliam o risco ocupacional e fragilizam a segurança assistencial. O Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana da Saúde ressaltam que tais vulnerabilidades decorrem de sistemas organizacionais que não conseguem integrar adequadamente políticas, recursos e práticas de prevenção, resultando em ambientes onde falhas de estrutura e gestão se convertem em exposições evitáveis (BRASIL; OPAS, 2010). Essa leitura evidencia que os riscos não se originam apenas da natureza intrínseca das atividades hospitalares, mas da forma como elas são organizadas, supervisionadas e sustentadas institucionalmente.

Do ponto de vista estrutural, documentos publicados pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares mostram que deficiências arquitetônicas, inadequações nos fluxos físicos, ausência de barreiras de proteção e insuficiência de equipamentos de engenharia

constituem pontos críticos que elevam o risco de exposição de trabalhadores e pacientes (EBSERH, 2022). Ambientes que não dispõem de salas adequadas, ventilação eficiente, áreas de isolamento ou infraestrutura compatível com a complexidade tecnológica tendem a acumular fragilidades que afetam a proteção coletiva. Essas condições são particularmente sensíveis em unidades como laboratórios, centrais de esterilização, centros cirúrgicos e setores de imagem, nos quais a interação entre pessoas, agentes biológicos, substâncias químicas e equipamentos avançados intensifica o potencial de danos.

As vulnerabilidades estruturais se conectam de modo direto às fragilidades comportamentais. Estudos como os de Costa e colaboradores revelam que práticas inadequadas de higiene, uso inconsistente de equipamentos de proteção e violações de protocolos derivam tanto da sobrecarga de trabalho quanto de rotinas institucionalmente frágeis, que não oferecem condições para que os profissionais sustentem comportamentos seguros (COSTA et al., 2020). Esse tipo de vulnerabilidade é reforçado por achados de Galvão, Remigio e Lobo, que apontam que a adesão insuficiente às práticas de biossegurança na Central de Material e Esterilização não resulta apenas de falhas individuais, mas de ambientes organizacionais com baixa supervisão, treinamentos descontinuados e pouco incentivo à conformidade (GALVÃO; REMIGIO; LOBO, 2024).

No campo dos riscos biológicos, Ricoldi demonstra que comportamentos inseguros muitas vezes se manifestam em processos de descarte de resíduos, manipulação de fluidos corporais e circulação entre áreas limpas e contaminadas, especialmente em ambientes onde a estrutura não favorece a segregação adequada de materiais e onde as tarefas são realizadas sob pressão de tempo. Em tais contextos, a ausência de fluxos bem definidos e de condições apropriadas para o trabalho desencadeia improvisações que aumentam a probabilidade de acidentes e contaminações. O mesmo ocorre em relação a riscos químicos, conforme argumenta Paiva ao mostrar que falhas na manipulação e armazenamento de substâncias perigosas decorrem da combinação entre estrutura inadequada, falta de materiais apropriados e desconhecimento de rotinas padronizadas.

As vulnerabilidades gerenciais formam a terceira dimensão desse conjunto e representam um eixo crítico para compreender a persistência dos riscos. A análise das diretrizes da EBSERH revela que a gestão fragilizada, marcada por supervisão insuficiente, ausência de

monitoramento sistemático e planejamento ineficaz, constitui fator determinante para a reprodução de práticas inseguras (EBSERH, 2022). Quando processos de trabalho não são acompanhados de forma contínua, quando indicadores não são monitorados ou quando a organização falha em promover cultura de responsabilização compartilhada, abre-se espaço para condutas inseguras que se naturalizam na rotina. Essa percepção encontra respaldo em estudos internacionais, como os de Kimman e colaboradores, ao argumentarem que falhas gerenciais levam à perda de controle sobre o ambiente operacional, comprometendo a confiabilidade dos sistemas de biossegurança.

Lemos acrescenta que, nas áreas de radiação ionizante, as vulnerabilidades gerenciais são particularmente sensíveis, pois a ausência de monitoramento adequado, de manutenção preventiva e de análises periódicas das doses ocupacionais compromete diretamente a segurança dos profissionais. A autora mostra que programas de garantia da qualidade só se sustentam quando a gestão assume responsabilidade clara sobre a operacionalização dos controles, evitando que decisões críticas fiquem restritas ao nível individual. Essa análise se articula à perspectiva do Programa de Garantia da Qualidade da EBSERH, que enfatiza que o desempenho seguro em radiologia depende da consistência gerencial na avaliação das condições operacionais, dos registros de exposição e do funcionamento dos dispositivos de proteção.

A literatura sobre resíduos, como discutido por Malik, também evidencia vulnerabilidades gerenciais quando instituições deixam de implementar fluxos que assegurem segregação, transporte e descarte adequados. Ambientes marcados por gestão fragmentada reproduzem práticas inseguras que impactam trabalhadores, pacientes e o ambiente, revelando que a biossegurança se fragiliza quando a administração não incorpora o gerenciamento de resíduos como parte integral de sua política.

A síntese dessas contribuições mostra que as vulnerabilidades estruturais, comportamentais e gerenciais não são elementos isolados, mas dimensões interdependentes que se retroalimentam. Ambientes fisicamente inadequados criam condições para comportamentos inseguros, enquanto falhas de gestão dificultam a correção de problemas estruturais e a consolidação de rotinas protetivas. Dessa forma, a compreensão dos riscos ocupacionais só se completa quando essas três dimensões são analisadas em conjunto, reconhecendo que a

prevenção depende da capacidade institucional de articular infraestrutura qualificada, práticas profissionais alinhadas e processos gerenciais sólidos que sustentem a biossegurança como valor organizacional permanente.

2.3 Evidências nacionais de exposição ocupacional

As evidências produzidas no contexto brasileiro revelam um quadro consistente de exposição ocupacional em serviços de saúde, demonstrando que os riscos presentes no ambiente hospitalar não são eventos esporádicos, mas expressões de vulnerabilidades estruturais, comportamentais e gerenciais que se repetem ao longo do tempo. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, destaca que as unidades hospitalares no país apresentam padrões de risco associados à circulação intensa de agentes biológicos, ao manuseio contínuo de substâncias químicas e à manipulação de tecnologias complexas, o que amplia a probabilidade de acidentes e de adoecimento entre trabalhadores (BRASIL; OPAS, 2010). Esse panorama evidencia que a proteção ocupacional exige respostas institucionais consistentes, baseadas em políticas que articulem normativas, processos organizacionais e vigilância sistemática.

As análises desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares reforçam esse cenário ao documentar eventos recorrentes de exposição a agentes biológicos, químicos e físicos em diferentes áreas dos hospitais administrados pela instituição. O Caderno de Segurança do Trabalho da EBSEH mostra que acidentes com material perfurocortante permanecem como um dos eventos mais frequentes, especialmente em setores de maior fluxo assistencial, como enfermarias, salas de emergência e centrais de esterilização (EBSEH, 2022). A exposição a fluidos corporais durante procedimentos de assistência direta também é recorrente, o que confirma a existência de lacunas nas barreiras de prevenção e nas rotinas de proteção instituídas nas unidades.

Essa tendência é confirmada por estudos nacionais que analisam a adesão dos trabalhadores às práticas de biossegurança. A pesquisa de Galvão, Remigio e Lobo, realizada em uma Central de Material e Esterilização, identificou que a exposição ocupacional é amplificada por falhas na utilização de equipamentos de proteção individual, pela dificuldade

de manter rotinas padronizadas e pela insuficiência de supervisão técnica. Segundo os autores, esses fatores contribuem para que práticas seguras sejam executadas de forma inconsistente, revelando que a exposição ocupacional é fortemente condicionada à organização interna dos serviços e à qualidade da gestão.

No campo da enfermagem, Costa e colaboradores revelam que a adesão insuficiente às medidas de proteção em unidades de terapia intensiva está diretamente relacionada à sobrecarga assistencial, à velocidade das demandas clínicas e às rotinas de trabalho intensivas, que desafiam a manutenção contínua das práticas seguras. A exposição dos profissionais, segundo o estudo, decorre tanto de riscos inerentes ao cuidado direto quanto de fragilidades estruturais e organizacionais que dificultam a implementação rigorosa dos protocolos de biossegurança.

Os riscos associados a substâncias químicas e resíduos são igualmente evidentes em cenários nacionais. Paiva demonstra que práticas inadequadas de segregação e descarte aumentam a probabilidade de exposição a agentes químicos, especialmente para trabalhadores que atuam no transporte e no manejo de resíduos. Essas evidências revelam que a gestão de resíduos permanece como um ponto crítico da biossegurança hospitalar no Brasil, marcado por fragilidades na infraestrutura física, na padronização dos fluxos e no treinamento das equipes.

A literatura técnica também indica que as exposições ocupacionais no Brasil não se limitam aos riscos biológicos e químicos. Lemos mostra que as condições de trabalho em serviços de radiologia ainda apresentam desafios relacionados à manutenção inadequada de equipamentos, ao monitoramento insuficiente das doses ocupacionais e à falta de rigor na aplicação de controles de proteção. Essas lacunas ampliam o risco de exposição a radiações ionizantes, prejudicando a proteção dos trabalhadores e comprometendo a qualidade dos serviços de diagnóstico.

O cenário nacional durante a pandemia de COVID-19 tornou ainda mais visíveis essas fragilidades. Nogueira e colaboradores revelam que a ausência de condições estruturais adequadas, a escassez de equipamentos de proteção e as interrupções nos fluxos assistenciais contribuíram para aumentar a exposição dos trabalhadores, demonstrando que crises sanitárias tornam evidentes problemas que já estavam presentes, mas que se intensificam em momentos de maior pressão assistencial.

As evidências disponíveis mostram que a exposição ocupacional no Brasil é resultado de um conjunto de fatores interdependentes que envolvem infraestrutura inadequada, cultura organizacional frágil, rotinas pouco padronizadas e gestão irregular dos processos de proteção. A análise integrada desses estudos indica que a mitigação desses riscos exige políticas institucionais contínuas, capazes de sustentar práticas seguras, fortalecer a formação das equipes e garantir que as normas de biossegurança sejam incorporadas ao cotidiano dos serviços como parte estrutural da organização do trabalho.

2.4 Subnotificação e impactos institucionais

A subnotificação de acidentes e exposições ocupacionais constitui um dos pontos mais críticos da biossegurança no contexto brasileiro, pois rompe a cadeia de vigilância necessária para identificar riscos, monitorar tendências e implementar medidas de prevenção. O Ministério da Saúde, em articulação com a Organização Pan-Americana da Saúde, destaca que a notificação é instrumento estratégico para a gestão dos riscos, mas reconhece que a adesão a esse processo permanece insuficiente em grande parte dos serviços de saúde (BRASIL; OPAS, 2010). A ausência de registros estruturados cria zonas de invisibilidade que dificultam a compreensão real da magnitude dos acidentes e fragilizam a capacidade institucional de planejar intervenções efetivas.

Os documentos da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares reforçam que a subnotificação está diretamente relacionada à cultura institucional. Em unidades onde há receio de responsabilização, deficiência na comunicação interna e processos gerenciais pouco sensíveis ao relato de incidentes, trabalhadores tendem a omitir exposições, especialmente aquelas consideradas de menor gravidade. A EBSEH demonstra que, quando a gestão não valoriza a notificação como prática de segurança, cria-se um ambiente que desestimula o registro, o que impede o aprendizado organizacional e perpetua erros (EBSEH, 2022). Essa dinâmica compromete tanto a proteção ocupacional quanto a qualidade assistencial, uma vez que eventos não analisados tornam-se eventos repetidos.

As análises de Ricoldi ajudam a compreender esse fenômeno ao mostrar que a efetividade da NR 32 depende da capacidade institucional de registrar, acompanhar e avaliar os

acidentes. A norma exige mecanismos de supervisão e vigilância, mas Ricoldi evidencia que muitas instituições não estruturam processos que permitam registrar adequadamente a ocorrência de exposições biológicas, químicas ou físicas. A ausência desses registros dificulta a identificação de padrões de risco e inviabiliza a construção de políticas baseadas em evidências. Assim, a subnotificação não apenas oculta a realidade, mas impede que a instituição cumpra plenamente a função regulatória que sustenta a biossegurança.

A subnotificação também se manifesta de forma significativa nos setores que lidam com materiais críticos. O estudo de Galvão, Remigio e Lobo mostra que, na Central de Material e Esterilização, a combinação entre rotinas exaustivas, baixa adesão à biossegurança e supervisão limitada favorece a omissão de incidentes. Os autores observam que trabalhadores deixam de registrar exposições por não reconhecerem a relevância do ato, por julgarem o evento “comum” ou por acreditarem que relatá-lo pode resultar em punição. Esse comportamento revela que a subnotificação é produto de uma cultura institucional que desvaloriza o erro como fonte de aprendizagem e, conseqüentemente, limita o alcance das ações de prevenção.

No campo das radiações ionizantes, Lemos destaca que a subnotificação de irregularidades nos equipamentos, falhas nos dispositivos de barreira, desvios nos processos de dosimetria e exposições incidentais representa risco significativo para trabalhadores e pacientes. Esse tipo de omissão impede que programas de garantia da qualidade identifiquem variações operacionais, comprometendo a confiabilidade diagnóstica e ampliando a possibilidade de danos. Quando incidentes radiológicos deixam de ser reportados, a instituição perde a possibilidade de corrigir erros sistemáticos que poderiam ser prevenidos por meio de ajustes técnicos, reforço de treinamentos ou reorganização dos fluxos internos.

A exposição a substâncias químicas e resíduos perigosos também sofre com elevada subnotificação. Paiva demonstra que muitos trabalhadores não registram acidentes relacionados à manipulação de substâncias tóxicas por considerarem o evento parte da rotina ou por não reconhecerem o potencial de agravos tardios. A ausência de registros impede que gestores identifiquem pontos críticos do fluxo de resíduos, deixando lacunas que se perpetuam mesmo diante de evidências de risco.

A pandemia de COVID-19 evidenciou o impacto institucional da subnotificação em escala ampliada. Segundo Nogueira e colaboradores, a alta demanda assistencial, a escassez de

equipamentos de proteção e as mudanças abruptas nas rotinas contribuíram para que diversas exposições não fossem registradas, criando dificuldade para quantificar riscos e definir estratégias de proteção adequadas. A ausência de dados confiáveis, segundo os autores, comprometeu o planejamento institucional e limitou a capacidade das equipes de prevenção em antecipar padrões de risco emergentes.

Quando observada em sua totalidade, a subnotificação se revela não apenas como falha operacional, mas como fenômeno que repercute diretamente na cultura organizacional, na gestão dos riscos e na qualidade dos serviços. Instituições que não registram seus incidentes perdem a capacidade de aprender com eles. Sem dados, não há análise. Sem análise, não há política consistente. Dessa forma, a subnotificação não apenas oculta a realidade dos riscos, mas inviabiliza a construção de ambientes assistenciais seguros, tornando-se um dos principais desafios institucionais para a biossegurança no Brasil.

2.5 Fatores organizacionais que ampliam ou mitigam riscos

A compreensão dos riscos ocupacionais em serviços de saúde exige analisar como os fatores organizacionais moldam o ambiente de trabalho, ora ampliando vulnerabilidades, ora fortalecendo barreiras de proteção. O Ministério da Saúde, em conjunto com a Organização Pan-Americana da Saúde, enfatiza que as condições institucionais exercem papel decisivo na configuração dos riscos, pois determinam a forma como rotinas são estruturadas, como equipamentos são disponibilizados e como processos de vigilância são implementados (BRASIL; OPAS, 2010). Assim, riscos não emergem apenas da natureza do cuidado, mas das escolhas organizacionais que definem o funcionamento cotidiano das unidades.

Os documentos da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares mostram que a gestão do trabalho exerce influência direta na redução ou ampliação dos riscos. A EBSERH demonstra que instituições com fluxos bem estruturados, supervisão constante, equipamentos disponíveis e programas de capacitação contínua apresentam menor incidência de falhas e maior capacidade de resposta a incidentes. Em contrapartida, ambientes marcados pela desorganização operacional, ausência de padronização e insuficiência de supervisão tendem a reproduzir práticas inseguras, mesmo quando existem protocolos formais disponíveis (EBSERH, 2022). A

organização do trabalho, portanto, constitui elemento central para sustentar comportamentos seguros e transformar diretrizes em práticas efetivas.

A NR 32, analisada por Ricoldi, reforça esse entendimento ao demonstrar que a eficácia da norma depende da estrutura organizacional que a sustenta. O autor argumenta que a proteção se fragiliza quando instituições não garantem infraestrutura adequada, não disponibilizam equipamentos de proteção e não monitoram a execução dos protocolos. A norma prevê mecanismos de supervisão e gestão, mas Ricoldi mostra que sua aplicação só se materializa quando a administração reconhece a biossegurança como responsabilidade institucional, e não apenas profissional. Em outras palavras, normas não reduzem riscos quando a organização não fornece condições para que sejam cumpridas.

No setor de radiações ionizantes, essa relação é ainda mais evidente. Lemos demonstra que, quando a gestão negligencia testes periódicos de qualidade, monitoramento das doses e manutenção preventiva, há incremento imediato dos riscos ocupacionais e compromete-se a precisão diagnóstica. Em ambientes onde programas de garantia da qualidade são fortalecidos, com controle rigoroso dos equipamentos e treinamento sistemático das equipes, os níveis de exposição se mantêm sob controle e a segurança se torna parte intrínseca da rotina. O Programa de Garantia da Qualidade da EBSEH reforça essa lógica ao demonstrar que desempenho seguro depende diretamente da consistência dos processos organizacionais e das escolhas institucionais que regulam o funcionamento dos equipamentos e dos serviços especializados.

Os fatores organizacionais também exercem impacto significativo sobre a gestão dos resíduos e das substâncias químicas. Paiva evidencia que instituições que não oferecem fluxos de descarte estruturados, não capacitam suas equipes e não monitoram adequadamente o manejo de resíduos tendem a apresentar maior ocorrência de acidentes relacionados a substâncias perigosas. Em contraste, ambientes onde há segregação adequada, infraestrutura apropriada e diretrizes claras apresentam menores taxas de exposição ocupacional, o que mostra que a organização do trabalho é determinante para mitigar riscos químicos e ambientais.

Estudos nacionais reforçam essa relação entre organização e risco. Na análise de Galvão, Remigio e Lobo, evidenciou-se que a exposição ocupacional na Central de Material e Esterilização não decorre apenas da natureza do trabalho, mas da ausência de supervisão, de treinamentos contínuos e de padronização das rotinas. Esses fatores organizacionais criam

condições nas quais falhas tornam-se parte da rotina, dificultando a manutenção de padrões consistentes de biossegurança. Costa e colaboradores apontam fenômeno semelhante na unidade de terapia intensiva, onde a sobrecarga assistencial, a pressão temporal e a deficiência de recursos aumentam a probabilidade de descumprimento das práticas seguras.

A experiência recente da pandemia, analisada por Nogueira e colaboradores, evidencia que instituições com estruturas organizacionais frágeis sofreram mais intensamente os efeitos da crise sanitária. Ambientes sem fluxos adequados, sem liderança presente e sem mecanismos consolidados de proteção enfrentaram maiores dificuldades para garantir equipamentos de proteção, organizar rotinas e manter níveis mínimos de segurança. Nessas condições, trabalhadores ficaram mais expostos, pacientes receberam cuidados sob maior vulnerabilidade e a capacidade institucional de resposta foi comprometida.

O conjunto dessas análises mostra que os fatores organizacionais constituem a base sobre a qual se constroem, se mantêm ou se fragilizam as práticas de biossegurança. Ambientes bem estruturados, com processos claros, liderança comprometida e políticas consistentes, tendem a reduzir riscos e fortalecer o comportamento seguro. Em contrapartida, instituições que não investem em gestão, que negligenciam a padronização e que minimizam a importância da biossegurança criam condições que ampliam vulnerabilidades e comprometem a segurança de trabalhadores e pacientes. A mitigação dos riscos, portanto, depende de escolhas institucionais capazes de sustentar práticas seguras de forma contínua e integrada.

CAPÍTULO 3

RISCO BIOLÓGICO E GESTÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

3.1 Agentes biológicos e vias de transmissão

A exposição a agentes biológicos constitui um dos riscos mais frequentes e complexos no ambiente hospitalar, dada a diversidade de microrganismos circulantes e a ampla gama de procedimentos que envolvem contato direto com fluidos corporais, materiais contaminados e superfícies de alto potencial infeccioso. O Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana da Saúde descrevem os agentes biológicos como elementos centrais na dinâmica dos riscos ocupacionais, destacando que vírus, bactérias, fungos e parasitas se disseminam em ambientes assistenciais por múltiplas vias, exigindo estratégias de prevenção baseadas em controle rigoroso de práticas, infraestrutura adequada e vigilância permanente (BRASIL; OPAS, 2010). Essa caracterização demonstra que a circulação desses agentes não é um fenômeno pontual, mas estruturante das rotinas hospitalares.

A Norma Regulamentadora 32 reforça essa perspectiva ao estabelecer que os agentes biológicos presentes nos serviços de saúde devem ser identificados, classificados e monitorados continuamente. Nos materiais produzidos para a HC-UFTM, Ricoldi ressalta que o risco biológico não se limita à presença do patógeno em si, mas está relacionado à forma como as atividades são executadas, à qualidade da organização do trabalho e à disponibilidade de dispositivos de proteção. Segundo o autor, a exposição decorre tanto da manipulação direta de material contaminado quanto de falhas nos processos de segregação, desinfecção e esterilização, evidenciando que o risco se estrutura na interseção entre microrganismo, processo assistencial e comportamento profissional.

Do ponto de vista das vias de transmissão, os documentos do Centers for Disease Control and Prevention apresentam uma classificação detalhada que orienta tanto as medidas de isolamento quanto os dispositivos de prevenção. Siegel e colaboradores destacam que

microrganismos podem se disseminar por via aérea, gotículas, contato direto ou indireto, além de mecanismos combinados que variam de acordo com o agente infeccioso. Esse modelo é particularmente relevante para o contexto hospitalar, uma vez que a proximidade entre pacientes, a intensidade dos procedimentos e a rotatividade das equipes favorecem múltiplas formas de exposição, ampliando a necessidade de estratégias integradas de biossegurança.

Evidências nacionais reforçam a importância dessa abordagem. Estudos conduzidos em áreas críticas, como unidades de esterilização e terapia intensiva, mostram que a exposição a agentes biológicos está associada à sobrecarga assistencial, à execução de procedimentos invasivos e a falhas na utilização de equipamentos de proteção. Costa e colaboradores identificaram que práticas de cuidado intensivo frequentemente implicam contato direto com fluidos corporais, o que exige medidas rigorosas de precaução e vigilância permanente. Galvão, Remigio e Lobo acrescentam que, na Central de Material e Esterilização, a dinâmica de trabalho expõe profissionais a superfícies e materiais contaminados, evidenciando que falhas na adesão às práticas de biossegurança ampliam o risco de transmissão.

A pandemia de COVID-19 intensificou a visibilidade desses riscos. Nogueira e colaboradores demonstram que a disseminação do SARS-CoV-2 em ambientes hospitalares revelou fragilidades estruturais e comportamentais que dificultaram o controle do risco biológico. A elevada circulação viral, associada à pressão assistencial, expôs trabalhadores a múltiplas vias de transmissão, reforçando a importância de barreiras físicas, uso rigoroso de equipamentos de proteção e reorganização dos fluxos de pacientes. Os achados mostram que emergências sanitárias evidenciam vulnerabilidades já existentes, destacando a necessidade de políticas permanentes de biossegurança.

A literatura internacional também contribui para esse debate ao enfatizar que a gestão dos agentes biológicos requer sistemas de contenção articulados. Kimman e colaboradores argumentam que as estratégias de controle dependem de avaliação contínua dos microrganismos, da validação de práticas laboratoriais e da criação de ambientes de trabalho que reduzam a probabilidade de exposição inadvertida. Yeung e sua equipe reforçam que a biossegurança laboratorial depende tanto da infraestrutura adequada quanto da precisão técnica das equipes, mostrando que a confiabilidade das rotinas afeta diretamente a segurança dos trabalhadores e a qualidade do diagnóstico.

A análise integrada dessas contribuições permite concluir que a exposição a agentes biológicos e suas vias de transmissão é fenômeno transversal à organização hospitalar, exigindo políticas sistemáticas de prevenção, cultura institucional orientada à segurança e adesão rigorosa às práticas de proteção. A compreensão desses agentes não pode ser limitada a sua caracterização microbiológica; ela deve considerar o contexto de trabalho, a dinâmica dos procedimentos e a capacidade institucional de sustentar condições adequadas de proteção. É nesse ponto que a biossegurança se consolida como elemento essencial da gestão hospitalar, garantindo a proteção dos profissionais e a segurança dos pacientes.

3.2 Acidentes com material biológico no Brasil

Os acidentes envolvendo material biológico representam, no Brasil, uma das principais fontes de adoecimento ocupacional entre trabalhadores da saúde, revelando um cenário persistente de vulnerabilidade institucional e de fragilidades nos processos de gestão. O Ministério da Saúde, ao analisar a dinâmica desses eventos, indica que a exposição a sangue e fluidos corpóreos é recorrente em setores onde procedimentos invasivos são frequentes, como enfermarias, unidades de terapia intensiva, centros cirúrgicos e serviços de emergência (BRASIL; OPAS, 2010). Essa recorrência demonstra que tais acidentes não são eventos aleatórios, mas manifestações estruturais de um ambiente onde práticas assistenciais intensivas se confrontam com rotinas de biossegurança frequentemente inconsistentes.

O Caderno de Segurança do Trabalho da EBSE RH reforça esse diagnóstico ao mostrar que os acidentes com perfurocortantes permanecem como um problema altamente prevalente em hospitais públicos brasileiros, especialmente nas unidades com maior rotatividade de procedimentos e elevada pressão assistencial. A instituição aponta que a manipulação inadequada de agulhas, o reencape indevido, a ausência de coletores próximos ao local de uso e o descarte incorreto figuram entre os principais fatores que contribuem para o aumento da exposição (EBSE RH, 2022). Esses achados evidenciam que a incidência de acidentes está diretamente relacionada à organização das rotinas e à disponibilidade de dispositivos que garantam proteção efetiva.

A literatura nacional reforça esse panorama. Na análise realizada por Galvão, Remigio e Lobo, constatou-se que a Central de Material e Esterilização apresenta elevados índices de exposição a material biológico, resultado da manipulação de instrumentos contaminados e da execução de processos críticos sob elevado ritmo de trabalho. Os autores mostram que a falta de supervisão, as interrupções frequentes no fluxo de tarefas e a adesão irregular aos equipamentos de proteção criam condições que favorecem ocorrências repetidas. Essa dinâmica se articula diretamente à constatação de Costa e colaboradores, que observaram, em unidades de terapia intensiva, que a sobrecarga assistencial e o acúmulo de procedimentos invasivos aumentam a probabilidade de respingos, cortes e contato com fluidos potencialmente contaminados.

Eventos relacionados à pandemia de COVID-19 aprofundaram ainda mais essa realidade. Nogueira e colaboradores evidenciam que, durante o período de maior circulação viral, profissionais foram expostos com frequência a secreções respiratórias e materiais contaminados, resultado de fluxos desorganizados, uso inadequado de equipamentos de proteção e necessidade urgente de atendimento. Os autores indicam que, além dos riscos tradicionais, a pandemia introduziu situações de exposição amplificadas, derivadas da escassez de insumos, do desgaste físico das equipes e da adaptação emergencial de setores para atendimento de pacientes infectados. Esses elementos demonstram que crises sanitárias tornam mais visíveis vulnerabilidades já existentes, e ampliam a probabilidade de acidentes com material biológico.

A NR 32, conforme analisado por Ricoldi, define diretrizes claras para a prevenção desses acidentes, estabelecendo protocolos para manejo de materiais, descarte correto, uso de dispositivos de segurança e notificação de incidentes. No entanto, Ricoldi demonstra que a aplicação dessas diretrizes ainda encontra barreiras operacionais significativas, sobretudo em instituições onde fluxos de trabalho são desarticulados e onde práticas de supervisão permanecem frágeis. O autor indica que a eficácia da norma depende da capacidade institucional de oferecer barreiras de proteção, treinar suas equipes e garantir que os protocolos sejam incorporados ao cotidiano, não apenas apresentados em documentos oficiais.

Os acidentes com material biológico também revelam lacunas na gestão de resíduos. Paiva argumenta que a manipulação inadequada de resíduos contaminados e a segregação

insuficiente entre materiais infectantes e comuns ampliam a probabilidade de acidentes, sobretudo para trabalhadores responsáveis pelo transporte interno e descarte. Esses eventos ocorrem porque, muitas vezes, a gestão de resíduos é tratada como atividade periférica, quando deveria ser parte estruturante da biossegurança institucional.

A análise integrada dessas evidências demonstra que os acidentes com material biológico no Brasil não são resultado exclusivo do risco inerente à atividade assistencial, mas principalmente da forma como instituições organizam seus processos de trabalho. Ambientes que não garantem dispositivos adequados de proteção, não estruturam fluxos seguros e não promovem cultura de adesão rigorosa a protocolos produzem condições que tornam a exposição inevitável e repetida. Dessa forma, a mitigação efetiva desse risco exige políticas institucionais consistentes, supervisão contínua, capacitação permanente e comprometimento organizacional que ultrapasse a simples existência de normas, integrando-as à prática profissional cotidiana.

3.3 Protocolos de prevenção e resposta

A implementação de protocolos de prevenção e resposta em biossegurança constitui eixo fundamental para a redução da exposição ocupacional, articulando diretrizes normativas, processos organizacionais e comportamentos profissionais. O Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana da Saúde enfatizam que tais protocolos devem se basear em princípios que combinam avaliação contínua dos riscos, padronização rigorosa das rotinas e mecanismos institucionais de vigilância capazes de garantir previsibilidade às práticas assistenciais (BRASIL; OPAS, 2010). Essa estrutura demonstra que a prevenção não é resultado apenas do cumprimento de normas, mas da capacidade organizacional de transformar diretrizes em condutas sistemáticas e integradas ao cotidiano.

A NR 32 reforça essa perspectiva ao estabelecer normas específicas para a prevenção de exposições a agentes biológicos, químicos e físicos. Ricoldi mostra que a norma se sustenta em três pilares: identificação do risco, implementação de barreiras de proteção e resposta imediata a incidentes. A análise do autor evidencia que a eficácia desses protocolos depende de sua inserção coerente nos processos institucionais, garantindo que o trabalhador compreenda o risco, disponha de meios de proteção e tenha suporte gerencial diante de eventos adversos. A

ausência de qualquer um desses elementos compromete a efetividade da resposta e permite que vulnerabilidades se perpetuem.

A prevenção de acidentes com material biológico, segundo os documentos da EBSEERH, exige protocolos que articulem uso de equipamentos de proteção individual, descarte seguro de perfurocortantes, padronização de fluxos de coleta e organização de áreas limpas e contaminadas (EBSEERH, 2022). A instituição destaca que a proximidade entre coletores e estações de trabalho reduz significativamente o risco de acidentes, mostrando que a prevenção depende tanto de dispositivos técnicos quanto da lógica operacional que organiza o ambiente. Em unidades de terapia intensiva e serviços emergenciais, protocolos de higienização, barreiras de contato e manipulação adequada de fluidos corporais assumem papel central para garantir segurança.

A literatura nacional mostra que a prevenção também depende da adesão dos trabalhadores. Costa e colaboradores evidenciam que, em ambientes de alta densidade assistencial, a probabilidade de que protocolos sejam ignorados aumenta quando há sobrecarga laboral, deficit de recursos ou falhas na supervisão. Os autores demonstram que medidas como treinamentos periódicos, reorganização das rotinas e reforço do monitoramento institucional são determinantes para consolidar práticas seguras. Na Central de Material e Esterilização, Galvão, Remigio e Lobo indicam que a prevenção se fragiliza quando não há clareza nos procedimentos, quando fluxos são interrompidos ou quando barreiras de proteção são aplicadas de forma incompleta.

No campo da resposta imediata, as diretrizes internacionais desempenham papel relevante. Siegel e colaboradores, ao sistematizar as precauções de isolamento, apresentam um modelo de atuação que orienta a identificação rápida do tipo de exposição, a adoção de barreiras específicas e a reorganização do ambiente clínico para evitar a disseminação de microrganismos. Esse conjunto de condutas oferece base sólida para a formulação de protocolos nacionais, ajudando instituições a desenvolver respostas coerentes e tecnicamente fundamentadas a incidentes que envolvem agentes infecciosos.

A prevenção e resposta no manejo de resíduos e substâncias químicas, conforme discutido por Paiva, dependem de rotinas rigorosas de segregação, rotulagem, transporte e descarte, acompanhadas por treinamentos periódicos e supervisão direta. O autor destaca que a

exposição química frequentemente resulta da ruptura dessas rotinas, o que evidencia que a prevenção é indissociável da organização dos fluxos e da gestão dos resíduos como componente essencial da biossegurança.

Na área de radiações ionizantes, Lemos demonstra que protocolos de resposta devem contemplar desde a interrupção imediata da exposição até a avaliação técnica dos equipamentos e dosimetria dos trabalhadores. A autora enfatiza que programas de garantia da qualidade, como os implementados pela EBSEH, são essenciais para orientar condutas pós-incidente, permitindo identificar falhas, corrigir desvios e assegurar que a exposição permaneça dentro dos limites permitidos. Esses programas fortalecem a capacidade institucional de prevenir reincidências, mostrando que a resposta não é apenas corretiva, mas integradora.

A experiência recente com a pandemia de COVID-19, analisada por Nogueira e colaboradores, reforça que protocolos de prevenção e resposta precisam ser dinâmicos, atualizados conforme novas evidências e sustentados por liderança ativa. As instituições que conseguiram reduzir a exposição foram aquelas que adaptaram rapidamente seus fluxos, reorganizaram espaços, reforçaram barreiras e garantiram acesso contínuo a equipamentos de proteção.

De forma integrada, os protocolos de prevenção e resposta constituem a espinha dorsal do controle dos riscos biológicos, químicos e físicos nos serviços de saúde. Eles funcionam como instrumentos que traduzem normativas em práticas seguras, permitindo que trabalhadores atuem em condições de proteção efetiva e que instituições estruturam sistemas de vigilância capazes de aprender com incidentes. Assim, a prevenção não é apenas técnica, mas essencialmente organizacional, exigindo coordenação contínua entre normas, processos e comportamento profissional.

3.4 Biossegurança laboratorial e confiabilidade diagnóstica

A biossegurança laboratorial constitui um dos pilares centrais para garantir confiabilidade diagnóstica nos serviços de saúde, pois a precisão dos resultados depende diretamente da integridade das condições de trabalho, da contenção adequada dos agentes

biológicos e da execução rigorosa dos procedimentos técnicos. O Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana da Saúde destacam que ambientes laboratoriais são espaços de risco ampliado, nos quais a combinação entre agentes potencialmente patogênicos, manipulação técnica contínua e utilização de equipamentos altamente sensíveis exige sistemas de controle capazes de evitar contaminações cruzadas, falhas nos processos analíticos e exposições ocupacionais (BRASIL; OPAS, 2010). Essa relação revela que a confiabilidade do diagnóstico não é apenas resultado de operações técnicas, mas de um sistema organizado que articula infraestrutura, comportamento profissional e gestão.

As análises internacionais reforçam esse entendimento. Kimman e colaboradores demonstram que a biossegurança laboratorial depende de níveis de contenção compatíveis com o risco biológico, de equipamentos calibrados e de protocolos padronizados que assegurem que o ambiente, os insumos e os profissionais mantenham padrões rigorosos de proteção. Segundo os autores, a contenção adequada reduz a probabilidade de que microrganismos manipulados no laboratório circulem para áreas externas, garantindo não apenas a segurança do trabalhador, mas também a confiabilidade do processo analítico. Quando barreiras físicas e procedimentais falham, o diagnóstico perde precisão e a segurança institucional é comprometida.

Essa perspectiva é aprofundada por Yeung e colaboradores, ao mostrarem que práticas inadequadas de biossegurança influenciam diretamente a qualidade dos resultados laboratoriais. O estudo evidencia que contaminações ambientais, manipulações incorretas de amostras e despadronização de rotinas podem alterar parâmetros críticos, resultando em falsos positivos, falsos negativos e interpretações clínicas equivocadas. Para os autores, a biossegurança no laboratório não é apenas medida de proteção individual, mas componente estruturante da validade diagnóstica. A integridade dos resultados depende da capacidade de manter ambiente controlado, fluxo unidirecional de materiais e procedimentos executados com precisão técnica.

A realidade brasileira alinha-se a esse cenário. Os documentos da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares mostram que falhas nas práticas laboratoriais frequentemente derivam de infraestrutura inadequada, ausência de calibração sistemática dos equipamentos, carência de barreiras físicas e inconsistências nos fluxos de trabalho (EBSERH, 2022). Em laboratórios que operam sob pressão assistencial — especialmente em hospitais de grande porte — interrupções de processos, falta de padronização e improvisações aumentam a probabilidade de exposição

ocupacional e de erros analíticos. A instituição demonstra que a confiabilidade diagnóstica só se sustenta quando o laboratório dispõe de condições de contenção física, operacional e gerencial coerentes com a complexidade do serviço.

Tang e colaboradores acrescentam que laboratórios hospitalares, sobretudo aqueles instalados em instituições psiquiátricas ou de médio porte, enfrentam desafios específicos relacionados ao controle de processos e ao monitoramento das condições de biossegurança. O estudo revela que a ausência de rotinas consistentes de auditoria, a instabilidade no uso de equipamentos de proteção e falhas na manutenção de dispositivos de contenção aumentam a probabilidade de incidentes laboratoriais. Esses achados mostram que os riscos não se originam apenas da manipulação dos materiais, mas da inconsistência dos sistemas de supervisão e da falta de suporte gerencial para práticas seguras.

As diretrizes sistematizadas por Siegel e colaboradores, voltadas ao controle de agentes infecciosos, reforçam que laboratórios precisam adotar medidas que integrem precauções de contato, gotículas e aerossóis, especialmente em procedimentos com potencial de geração de partículas. Em situações nas quais a manipulação de amostras envolve cargas virais elevadas, as práticas laboratoriais devem seguir barreiras específicas que evitem contaminações ambientais, preservando a integridade do diagnóstico e a segurança da equipe. Esse modelo de atuação demonstra que a biossegurança laboratorial é inseparável dos protocolos de precaução ampliada.

A NR 32, conforme analisado por Ricoldi, estabelece que laboratórios clínicos devem possuir fluxos de gerenciamento de riscos que contemplem desde a recepção das amostras até a destinação de resíduos, assegurando que cada etapa seja executada de forma controlada. O autor destaca que a confiabilidade diagnóstica depende da luta contínua contra improvisações, da manutenção rigorosa de equipamentos e da vigilância permanente de práticas que possam comprometer a integridade das amostras. Para Ricoldi, a consistência dos processos é tão importante quanto o conhecimento técnico das equipes, pois é a combinação de ambos que garante resultados seguros.

De forma integrada, essas análises mostram que a biossegurança laboratorial é determinante para a confiabilidade diagnóstica, constituindo sistema complexo que articula estrutura física, tecnologia, práticas profissionais e gestão. Quando qualquer um desses

elementos falha, o diagnóstico perde validade, os riscos aumentam e o ambiente institucional se fragiliza. Por isso, a qualidade dos resultados laboratoriais depende de ambientes controlados, equipes qualificadas e políticas organizacionais capazes de sustentar práticas seguras de forma contínua, configurando a biossegurança como núcleo estruturante da precisão diagnóstica.

3.5 Adesão às práticas de biossegurança

A adesão às práticas de biossegurança constitui indicador decisivo da maturidade institucional no controle dos riscos ocupacionais. Ela não se limita ao cumprimento pontual de protocolos, mas expressa o modo como profissionais incorporam rotinas seguras ao fluxo cotidiano de trabalho, revelando o grau de integração entre políticas institucionais, cultura organizacional e condições materiais disponíveis. O Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana da Saúde argumentam que a adesão é produto de um sistema que articula conhecimento técnico, condições físicas adequadas, liderança comprometida e vigilância permanente, mostrando que práticas seguras só se consolidam quando há coerência entre o que é recomendado e o que é viabilizado na rotina (BRASIL; OPAS, 2010).

As evidências nacionais reafirmam esse entendimento. No estudo desenvolvido na Central de Material e Esterilização, Galvão, Remigio e Lobo mostram que a adesão às práticas de biossegurança sofre impacto direto da organização dos processos, da supervisão técnica e da constância dos treinamentos. Os autores identificam que a falta de padronização das etapas de limpeza, desinfecção e esterilização, associada à pressão por produtividade, leva a decisões improvisadas que enfraquecem as barreiras protetivas. A ausência de supervisão ativa e de rotinas de monitoramento contribui para a reprodução de práticas inseguras, revelando que a adesão depende de processos estáveis, não apenas de boa intenção individual.

Em ambientes de alta complexidade assistencial, como unidades de terapia intensiva, Costa e colaboradores constataam que a adesão às medidas de proteção é prejudicada pela sobrecarga de trabalho, pelo ritmo acelerado das demandas clínicas e pela reduzida disponibilidade de equipamentos de proteção em alguns turnos. Nessas condições, práticas essenciais — como higienização adequada das mãos, uso completo dos equipamentos de

proteção e descarte seguro de perfurocortantes — tornam-se inconsistentes, não por desconhecimento técnico, mas por fatores organizacionais que dificultam sua execução plena. Esses achados evidenciam que a adesão é inseparável das condições reais de trabalho e das estratégias de gestão implementadas pela instituição.

No campo do risco biológico, Ricoldi demonstra que a adesão à NR 32 só se materializa quando instituições consolidam processos de avaliação contínua, reforço educativo e supervisão sistemática. Segundo o autor, a norma não garante, por si só, o comportamento seguro; ela estabelece parâmetros que precisam ser sustentados por políticas internas capazes de transformar recomendações em práticas cotidianas. A adesão, portanto, depende do equilíbrio entre exigências normativas e suporte organizacional, sendo inviável em ambientes que não oferecem recursos adequados, equipamentos disponíveis e fluxos claramente definidos.

As práticas laboratoriais reforçam essa interpretação. Estudos internacionais, como os de Yeung e Kimman, demonstram que a adesão em laboratórios clínicos está diretamente associada à clareza dos procedimentos, à lógica de contenção e à estabilidade dos processos operacionais. Quando barreiras físicas, equipamentos e rotinas estão bem estruturados, a adesão tende a ser elevada; quando esses elementos apresentam falhas, profissionais são expostos a práticas inseguras e resultados diagnósticos perdem confiabilidade. Tang e colaboradores acrescentam que a adesão laboratorial diminui de forma significativa em instituições onde há instabilidade dos equipamentos de proteção, interrupções no fluxo de amostras e treinamentos esporádicos.

No manejo de resíduos e substâncias químicas, Paiva mostra que a adesão depende tanto de infraestrutura adequada quanto do entendimento dos riscos envolvidos. Ambientes onde coletores ficam distantes, fluxos de transporte são mal definidos ou salas de armazenamento apresentam condições inadequadas tendem a apresentar baixa adesão, pois o trabalhador precisa improvisar rotinas para cumprir suas funções. Nessas situações, a própria organização do trabalho atua como barreira à adesão, evidenciando que comportamentos seguros requerem condições físicas e gerenciais coerentes.

A experiência recente durante a pandemia, analisada por Nogueira e colaboradores, tornou evidente que a adesão é altamente sensível ao contexto institucional. Hospitais que estruturaram fluxos de circulação, reorganizaram setores e garantiram acesso contínuo a

equipamentos de proteção apresentaram maior adesão às medidas preventivas, reduzindo a exposição dos profissionais. Em contrapartida, instituições com gestão fragmentada, falta de insumos e ausência de liderança clara observaram queda significativa na adesão, mesmo entre equipes experientes. Esses achados reforçam que práticas seguras dependem menos do conhecimento técnico individual e mais da capacidade institucional de sustentar processos coerentes em situações de pressão extrema.

Quando observada em sua totalidade, a adesão às práticas de biossegurança emerge como um indicador da saúde organizacional. Instituições que a favorecem são aquelas que oferecem infraestrutura adequada, garantem supervisão permanente, investem em formação contínua e cultivam cultura de responsabilidade compartilhada. Em contrapartida, ambientes que tratam a biossegurança como elemento secundário ou burocrático tendem a apresentar comportamentos inconsistentes, tornando a exposição ocupacional inevitável. Dessa forma, a adesão só se consolida quando políticas, processos e cultura convergem para sustentar práticas seguras como parte indissociável da organização do trabalho.

CAPÍTULO 4

RISCOS QUÍMICOS E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

4.1 Substâncias químicas e perigos ocupacionais

A presença de substâncias químicas nos serviços de saúde constitui um componente estrutural do cuidado, mas também uma das principais fontes de risco ocupacional, dada a variedade de compostos utilizados e a complexidade de seus efeitos sobre trabalhadores e ambientes. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, enfatiza que agentes como solventes, desinfetantes, fármacos citotóxicos, gases medicinais e produtos usados na esterilização apresentam potenciais de toxicidade que variam conforme concentração, tempo de exposição e condições ambientais (BRASIL; OPAS, 2010). Essa caracterização evidencia que o risco químico, diferentemente do biológico, frequentemente não é visível, o que exige sistemas de controle que antecipem e reduzam exposições antes que danos se manifestem.

A Norma Regulamentadora 32, analisada por Paiva, estabelece diretrizes claras para a identificação, rotulagem, manipulação e descarte de substâncias químicas perigosas, reconhecendo que falhas nessas etapas constituem causa frequente de acidentes e contaminações. O autor demonstra que o risco químico não se limita ao contato direto, mas envolve também inalação de vapores, absorção cutânea e exposição repetida a compostos que se acumulam silenciosamente no ambiente. Paiva destaca que a manipulação inadequada de agentes esterilizantes, como óxido de etileno ou glutaraldeído, e de produtos de limpeza de alta toxicidade pode provocar irritações, queimaduras, reações sistêmicas e efeitos tardios, incluindo danos hepáticos e respiratórios.

Os documentos da Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares reforçam essa perspectiva ao mostrar que muitos acidentes envolvendo substâncias químicas resultam de falhas organizacionais, como ausência de ventilação adequada, armazenamento incorreto e falta de equipamentos de proteção individual compatíveis com o risco (EBSERH, 2022). A

instituição observa que a inexistência de salas exclusivas para preparo e diluição de produtos, a falta de exaustão apropriada e a proximidade entre áreas limpas e áreas de manipulação favorecem a disseminação de vapores e aerossóis tóxicos, aumentando o risco para trabalhadores e pacientes. Esses elementos evidenciam que o risco químico é profundamente influenciado pela infraestrutura e pela lógica de organização do ambiente hospitalar.

Em setores críticos, como centrais de esterilização, unidades de diálise e laboratórios, a manipulação de substâncias químicas ocorre de forma contínua, o que amplia a probabilidade de eventos adversos. Observações de Galvão, Remígio e Lobo mostram que profissionais da Central de Material e Esterilização atuam diariamente com soluções detergentes, desinfetantes de alta ação e produtos corrosivos, expondo-se tanto por contato quanto por vapores dispersos durante a limpeza e preparo dos materiais. Quando rotinas de diluição não são padronizadas ou quando recipientes são manipulados sem barreiras adequadas, o risco de intoxicações e queimaduras aumenta de forma significativa.

No contexto da pandemia de COVID-19, Nogueira e colaboradores identificaram aumento expressivo do uso de desinfetantes de alto poder oxidante, como compostos à base de cloro e peróxidos, que passaram a ser aplicados em ciclos intensificados de limpeza. O uso repetido desses agentes, em ambientes muitas vezes mal ventilados, ampliou a exposição química, resultando em irritações cutâneas, respiratórias e oculares entre trabalhadores. Esses dados revelam que situações de emergência sanitária podem intensificar riscos já existentes, especialmente quando instituições não adaptam suas rotinas de proteção às novas demandas.

A análise de Malik reforça a importância de compreender o risco químico dentro de uma lógica que abrange tanto segurança ocupacional quanto impactos ambientais. O autor argumenta que falhas no manejo de substâncias perigosas comprometem não apenas o trabalhador, mas também o ambiente hospitalar, o solo e o sistema de saneamento, criando riscos secundários que se acumulam ao longo do tempo. Essa abordagem evidencia que, além da proteção individual, o risco químico deve ser compreendido como componente da sustentabilidade institucional.

No campo das radiações ionizantes, embora o risco primário seja físico, Lemos lembra que substâncias químicas utilizadas para processamento de imagens e manutenção dos equipamentos podem gerar exposições adicionais quando manipuladas inadequadamente. Essa

observação amplia o entendimento de que o risco químico permeia rotinas diversas, mesmo em setores cujos riscos principais pertencem a outras categorias.

As evidências nacionais e internacionais convergem ao mostrar que o risco químico é produto de condições organizacionais, disponibilidade de infraestrutura e consistência dos processos de gestão. Ambientes que carecem de ventilação adequada, supervisão ativa, rotinas padronizadas e equipamentos de proteção compatíveis criam condições para que exposições químicas se tornem inevitáveis. Por outro lado, instituições que incorporam programas de capacitação contínua, fortalecem a cultura de segurança e mantêm sistemas estruturados de gerenciamento de resíduos conseguem reduzir significativamente a probabilidade de intoxicações, queimaduras e danos cumulativos.

Dessa forma, a prevenção dos riscos químicos depende da articulação entre normas, processos e cultura institucional. A manipulação segura de substâncias perigosas só se concretiza quando profissionais contam com condições materiais adequadas, orientação contínua e liderança comprometida. A proteção química, portanto, não é evento isolado, mas resultado da capacidade institucional de sustentar ambientes que favoreçam decisões seguras e reduzam a exposição em todas as etapas do processo assistencial.

4.2 Gestão de resíduos perigosos

A gestão de resíduos perigosos constitui componente estratégico da biossegurança hospitalar, pois organiza processos que previnem exposições químicas, biológicas e ambientais decorrentes das atividades assistenciais. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, enfatiza que resíduos infectantes, químicos e perfurocortantes representam fontes permanentes de risco, exigindo sistemas de manejo capazes de garantir segregação correta, transporte seguro e destinação final adequada (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva mostra que a gestão de resíduos não é ação isolada, mas um processo que articula infraestrutura, comportamento profissional e políticas institucionais.

A NR 32, conforme analisado por Paiva, estabelece princípios fundamentais para o manejo seguro dos resíduos, definindo critérios de classificação, acondicionamento e descarte

que visam proteger trabalhadores, pacientes e o ambiente. O autor demonstra que grande parte dos acidentes ocorre justamente nas etapas de segregação e transporte interno, quando recipientes inadequadamente fechados, excesso de peso, improvisações operacionais ou incumprimento das normas criam condições propícias para perfurações, respingos e contaminações. Paiva ressalta que a inconsistência desses processos revela fragilidades organizacionais que impactam diretamente a proteção ocupacional e a sustentabilidade ambiental.

A EBSERH reforça essa leitura ao indicar que estruturas inadequadas de armazenamento, ausência de coletores compatíveis e falhas no fluxo físico entre as unidades geram pontos de risco que se repetem diariamente (EBSERH, 2022). Em muitos serviços, o deslocamento de resíduos ocorre por corredores movimentados, sem proteção lateral e em horários de grande fluxo de pessoas, ampliando a probabilidade de acidentes e contaminações cruzadas. A instituição demonstra que a gestão de resíduos é tão segura quanto a capacidade da organização de manter rotinas estáveis, coletores instalados em quantidade suficiente e equipes devidamente treinadas para lidar com resíduos infectantes e químicos.

Os estudos realizados em unidades críticas, como os de Galvão, Remigio e Lobo, revelam que a manipulação de instrumentais contaminados na Central de Material e Esterilização está diretamente relacionada ao risco de acidentes com materiais perfurocortantes. A etapa inicial de segregação do material sujo exige atenção rigorosa às normas, pois qualquer falha na organização dos recipientes ou na identificação dos resíduos aumenta a probabilidade de lesões e de exposição a agentes patogênicos. Os autores mostram que, em ambientes de alta demanda, a gestão de resíduos perigosos se torna ponto decisivo para a proteção dos profissionais.

No contexto da pandemia de COVID-19, Nogueira e colaboradores observaram que o aumento do volume de resíduos infectantes — devido ao uso intensificado de equipamentos descartáveis e materiais de proteção — pressionou as rotinas de gerenciamento. A falta de recipientes compatíveis, aliada à sobrecarga das equipes de limpeza, levou à ocorrência de episódios de extravasamento, lacres inadequados e descarte incorreto, ampliando o risco de contaminação. Esse cenário tornou evidente que sistemas de resíduos dependem de planejamento contínuo e de capacidade de adaptação rápida em situações críticas.

A análise ambiental apresentada por Malik reforça que a gestão inadequada de resíduos perigosos compromete não apenas os trabalhadores, mas também o ecossistema ao redor da instituição. O autor mostra que falhas na destinação final de resíduos químicos e infectantes podem gerar contaminação do solo, da água e de sistemas de saneamento, criando riscos secundários que se acumulam ao longo dos anos. Essa perspectiva amplia a compreensão do problema e indica que a biossegurança, nesse campo, deve dialogar com princípios de sustentabilidade e responsabilidade ambiental.

No caso de serviços que lidam com radiações ionizantes, Lemos destaca que resíduos provenientes de processamento de imagens, substâncias químicas utilizadas em manutenção de equipamentos e materiais contendo radionuclídeos exigem manejo especializado. A autora aponta que a ausência de fluxos específicos e de controle técnico rigoroso amplia o risco de exposição tanto para trabalhadores quanto para usuários. A gestão desses resíduos, portanto, precisa articular proteção ocupacional, controle físico das substâncias e documentação precisa do seu trajeto, em consonância com programas de garantia da qualidade.

De forma integrada, essas evidências demonstram que a gestão de resíduos perigosos é componente estruturante da biossegurança, exigindo políticas consistentes, infraestrutura adequada, processos padronizados e cultura institucional orientada à prevenção. A proteção de trabalhadores e pacientes depende da capacidade da instituição de transformar normas em práticas estáveis, assegurando que resíduos infectantes, perfurocortantes, químicos e radioativos circulem em trajetórias controladas, livre de improvisações. A efetividade desse sistema revela o grau de compromisso da organização com a segurança, a sustentabilidade e a qualidade assistencial.

4.3 Falhas institucionais e desafios de conformidade

As falhas institucionais no gerenciamento de resíduos e na prevenção dos riscos químicos revelam a distância entre as normativas existentes e a capacidade das instituições de saúde de incorporá-las como prática cotidiana. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, enfatiza que a conformidade depende de processos contínuos de planejamento, supervisão e monitoramento, e que a ausência desses elementos

resulta em ambientes instáveis que favorecem acidentes, contaminações ambientais e exposições ocupacionais evitáveis (BRASIL; OPAS, 2010). Esse descompasso evidencia que o problema não reside na falta de normas, mas na dificuldade de transformá-las em dispositivos operacionais sustentados na rotina institucional.

A EBSEERH demonstra que falhas de conformidade decorrem frequentemente de problemas estruturais, como insuficiência de áreas destinadas ao armazenamento, inexistência de ventilação adequada, coletores mal distribuídos e fluxos desconectados entre unidades geradoras e áreas de destinação intermediária (EBSEERH, 2022). Em hospitais onde coletores ficam distantes das salas de procedimento ou onde recipientes são compartilhados entre setores de naturezas distintas, o risco de descarte inadequado aumenta de forma significativa. Essas fragilidades estruturais revelam que, mesmo quando trabalhadores possuem conhecimento sobre as normas, a organização física e funcional do ambiente impede a conformidade plena.

Paiva demonstra que a falta de padronização das etapas de segregação, rotulagem, transporte e armazenamento intermediário é um dos principais fatores que dificultam a conformidade. O autor argumenta que muitos trabalhadores acabam improvisando práticas devido à ausência de recipientes compatíveis, à falta de sinalização adequada ou à inexistência de fluxos internos claramente definidos. Essa improvisação repetida cria condições que tornam o erro parte da rotina, dificultando a identificação de irregularidades e comprometendo a segurança de todo o sistema de manejo dos resíduos. A fragilidade da supervisão e o distanciamento da gestão agravam esse cenário, pois impedem que falhas recorrentes sejam corrigidas de forma estruturante.

As análises desenvolvidas por Galvão, Remigio e Lobo evidenciam que, na Central de Material e Esterilização, a baixa conformidade está relacionada à inconsistência das rotinas de supervisão, à pressão temporal e ao acúmulo de instrumentos contaminados em horários de maior fluxo. Os autores mostram que a falta de fiscalização diária e de revisões sistemáticas dos processos favorece desvios nos procedimentos de limpeza, desinfecção e segregação, o que aumenta o risco tanto para trabalhadores quanto para a integridade dos materiais processados. Essa realidade demonstra que a conformidade é inviável quando as equipes operam sob condições organizacionais que não permitem o cumprimento integral dos protocolos técnicos.

A pandemia de COVID-19 ampliou esses desafios. Nogueira e colaboradores revelam que o aumento repentino do volume de materiais descartáveis e a sobrecarga dos serviços de limpeza tornaram mais evidentes as falhas institucionais relacionadas ao manejo de resíduos infectantes. A rápida expansão da demanda, somada à escassez de insumos e à necessidade de reorganizar setores inteiros, resultou em episódios de descarte inadequado, contaminação ambiental e circularidade de resíduos em áreas não destinadas para esse fim. Esses acontecimentos demonstram que, em cenários de crise, instituições com sistemas fragilizados enfrentam dificuldades ainda maiores de garantir conformidade normativa.

As fragilidades também se manifestam em ambientes laboratoriais. Tang e colaboradores mostram que a falta de rotinas de auditoria, a manutenção irregular de equipamentos e a inconsistência na utilização de dispositivos de contenção comprometem tanto a segurança das equipes quanto a confiabilidade analítica dos resultados. Quando a instituição falha em garantir infraestrutura e supervisão adequadas, qualquer tentativa de conformidade se torna parcial, fragmentada e instável. Yeung e sua equipe reforçam que a conformidade é diretamente influenciada pela clareza dos processos laboratoriais e pela capacidade de manter padrões reprodutíveis no manejo de amostras e resíduos biológicos.

No campo das radiações ionizantes, Lemos aponta que a conformidade depende da execução sistemática dos programas de garantia da qualidade. Quando testes periódicos não são realizados, quando barreiras de proteção não são verificadas ou quando doses ocupacionais não são monitoradas, a instituição acumula falhas que fragilizam suas defesas internas. Em tais situações, a conformidade normativa deixa de ser possível, pois as estruturas básicas que sustentam a proteção radiológica não estão plenamente operacionais.

A síntese dessas evidências mostra que os desafios de conformidade não são problemas isolados, mas expressões da capacidade institucional de organizar o trabalho, distribuir recursos, supervisionar processos e cultivar uma cultura de responsabilidade compartilhada. Ambientes que investem em monitoramento contínuo, que fortalecem fluxos internos e que apoiam o trabalhador na execução das rotinas apresentam índices mais elevados de conformidade. Em contrapartida, instituições marcadas por improvisação, ausência de liderança e estruturas físicas inadequadas enfrentam falhas constantes, revelando que a biossegurança só se sustenta quando a gestão assume compromisso ativo com a implementação das normas.

4.4 Responsabilidade técnica e impactos ambientais

A responsabilidade técnica no gerenciamento de resíduos e no controle dos riscos químicos constitui elemento central para a sustentabilidade institucional e para a proteção simultânea de trabalhadores, pacientes e do ambiente. O Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana da Saúde destacam que a responsabilidade técnica não se restringe à supervisão formal, mas envolve a capacidade de garantir que processos, estruturas e decisões estejam alinhados às melhores práticas de biossegurança, assegurando que o manejo dos resíduos perigosos ocorra dentro de padrões que protejam a integridade física e ambiental (BRASIL; OPAS, 2010). Essa compreensão evidencia que o gestor técnico é responsável por transformar diretrizes normativas em práticas operacionais sustentáveis.

Paiva contribui de maneira decisiva para essa discussão ao argumentar que a responsabilidade técnica se relaciona à capacidade da instituição de manter sistemas estáveis de segregação, transporte e armazenamento, evitando improvisações que resultam em contaminações químicas e incidentes ocupacionais. Segundo o autor, a ausência de supervisão competente ou a atuação meramente burocrática compromete toda a cadeia de manejo dos resíduos, pois permite que etapas críticas — como rotulagem, acondicionamento e transporte interno — sejam realizadas de maneira inadequada. Dessa forma, a responsabilidade técnica é instrumento que garante integridade ao processo, reduzindo a ocorrência de eventos que impactam a saúde dos trabalhadores e o ambiente.

A Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares reforça essa perspectiva ao mostrar que responsabilidades técnicas mal definidas ou delegadas de forma informal criam lacunas que propagam riscos. A instituição demonstra que, quando a gestão não estrutura equipes com atribuições claras, não monitora indicadores ambientais e não garante infraestrutura adequada, o impacto ambiental se intensifica, especialmente em unidades com alto volume de resíduos infectantes e químicos (EBSERH, 2022). Nesses cenários, as consequências extrapolam o ambiente interno, afetando o ecossistema que circunda o hospital e aumentando a probabilidade de danos ao solo, à água e às redes de esgoto.

A análise de Malik amplia essa discussão ao evidenciar que o gerenciamento inadequado de resíduos químicos e infectantes constitui risco ambiental persistente. O autor mostra que resíduos descartados sem controle técnico podem gerar lixiviados tóxicos,

contaminação do lençol freático e danos à fauna microbiana essencial para o tratamento de efluentes. Além disso, resíduos farmacológicos, solventes e substâncias corrosivas, quando descartados incorretamente, produzem efeitos cumulativos que permanecem no ambiente por longos períodos. Essa perspectiva revela que a responsabilidade técnica é também responsabilidade ambiental e que decisões institucionais sobre descarte não podem ser tratadas como elementos periféricos, mas como parte das políticas estruturantes de sustentabilidade hospitalar.

Nos ambientes laboratoriais, Tang e colaboradores mostram que a ausência de responsabilidade técnica ativa compromete tanto a proteção ocupacional quanto a confiabilidade analítica. A falta de supervisão contínua e de protocolos sistemáticos de descarte pode permitir que resíduos biológicos e químicos circulem fora dos padrões de contenção, produzindo riscos que se acumulam silenciosamente. De modo semelhante, Yeung e sua equipe destacam que a estrutura laboratorial só mantém segurança quando existe liderança técnica capaz de validar processos, controlar fluxos e garantir que resíduos sejam manipulados e descartados conforme diretrizes rigorosas de biossegurança.

Em setores que operam com radiações ionizantes, Lemos lembra que a responsabilidade técnica assume caráter ainda mais especializado, pois envolve o controle de resíduos provenientes de soluções químicas utilizadas em manutenção de equipamentos, além de materiais contendo radionuclídeos. A autora destaca que o descarte inadequado desses resíduos pode resultar em impactos ambientais extensos, dados os efeitos prolongados da radiação no solo e na água, e reforça que a responsabilidade técnica deve articular biossegurança, controle físico dos materiais e rigor documental para rastrear todas as etapas do processo.

A pandemia de COVID-19 reforçou a relevância dessa temática. Estudos de Nogueira e colaboradores demonstram que, durante períodos de alta pressão assistencial, a falta de supervisão técnica adequada favoreceu a circulação de resíduos infectantes sem classificação apropriada e o descarte de materiais contaminados em recipientes inadequados. Esse cenário mostrou que, em circunstâncias críticas, a responsabilidade técnica se torna ainda mais necessária, pois orienta decisões rápidas, garante coerência entre setores e preserva a integridade ambiental mesmo diante do aumento repentino de resíduos perigosos.

De forma integrada, as evidências mostram que a responsabilidade técnica é o componente que sustenta a conformidade ambiental, a segurança ocupacional e a confiabilidade dos processos institucionais. Quando ela é exercida de forma consistente, resíduos perigosos circulam em trajetórias controladas, ambientes permanecem protegidos e processos mantêm estabilidade. Quando é fragilizada, os riscos se acumulam, a exposição aumenta e o impacto ambiental se torna inevitável. Assim, a responsabilidade técnica não pode ser reduzida a função formal, mas deve ser compreendida como elemento estruturante da biossegurança e da sustentabilidade hospitalar.

4.5 Estruturas de prevenção e monitoramento

A consolidação de estruturas de prevenção e monitoramento é o elemento que permite transformar a biossegurança em prática institucional contínua. Essas estruturas funcionam como sistemas articulados que integram vigilância, padronização, análise de dados, revisão periódica das rotinas e capacidade de detectar falhas antes que se convertam em eventos adversos. O Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana da Saúde afirmam que a prevenção efetiva requer processos organizados e sustentados por diagnósticos precisos, interpretação coerente dos riscos e mecanismos formais de acompanhamento que reduzam a variabilidade das práticas assistenciais (BRASIL; OPAS, 2010). Esse entendimento evidencia que a prevenção é resultado direto da qualidade da governança interna e não apenas da existência de normas.

A Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares destaca que estruturas preventivas sólidas dependem da estabilidade dos fluxos de trabalho, da clareza das atribuições e da presença de sistemas de supervisão capazes de identificar falhas operacionais em tempo oportuno. Quando auditorias não são realizadas, quando indicadores deixam de ser monitorados ou quando treinamentos permanecem esporádicos, o ambiente de trabalho se torna vulnerável e a biossegurança perde capacidade de prevenir incidentes (EBSERH, 2022). Essa leitura mostra que a prevenção exige coerência entre planejamento, execução e monitoramento contínuo das rotinas.

No manejo de substâncias químicas, Paiva demonstra que a prevenção só se efetiva quando a instituição mantém rotinas sistematizadas de identificação, rotulagem, armazenamento e descarte. A ausência de padronização cria oportunidades para erros que se repetem diariamente e que se transformam em fonte de risco ocupacional e ambiental. O autor ressalta que o monitoramento estruturado permite identificar padrões de falhas, orientar intervenções educativas e revisar fluxos que afetam a segurança de todo o serviço.

Na Central de Material e Esterilização, Galvão, Remigio e Lobo mostram que o desempenho das rotinas depende de sistemas de monitoramento que acompanhem a integridade das etapas de limpeza, desinfecção e esterilização. As falhas registradas nesses processos geralmente ocorrem quando as equipes trabalham sem indicadores confiáveis que permitam avaliar desvios e corrigir rotinas de forma imediata. Esses resultados evidenciam que a prevenção depende de indicadores específicos e da presença de supervisão técnica que acompanhe a execução diária dos procedimentos.

Durante a pandemia de COVID-19, Nogueira e colaboradores observaram que instituições com sistemas robustos de monitoramento conseguiram ajustar fluxos, reorganizar setores, distribuir insumos de forma eficiente e manter menor taxa de exposição ocupacional, mesmo diante do aumento do volume de resíduos infectantes e da intensificação das cargas de trabalho. Em instituições onde o monitoramento era frágil, o aumento da demanda resultou em falhas significativas de biossegurança, descartes inadequados e circulação de materiais contaminados em áreas não destinadas a essa finalidade. Esses achados demonstram que a capacidade de monitoramento é componente estruturante da resiliência institucional em situações de crise.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe demonstram que o monitoramento contínuo de cabines de biossegurança, dispositivos de contenção, fluxos de amostras e condições ambientais determina o nível de segurança alcançado. Quando equipamentos não são testados de forma regular ou quando registros de manutenção não são mantidos, a confiabilidade dos processos diminui e o risco ocupacional aumenta. Tang acrescenta que a ausência de rastreabilidade e de controle sistemático favorece incidentes silenciosos que comprometem a integridade diagnóstica e a segurança das equipes.

Nos serviços que utilizam radiações ionizantes, Lemos mostra que estruturas de prevenção e monitoramento incluem testes de desempenho dos equipamentos, avaliação periódica das barreiras de proteção, controle das doses ocupacionais e acompanhamento formal dos programas de garantia da qualidade. Quando esses elementos não são implementados de forma contínua, o risco radiológico se intensifica, mesmo em instituições que possuem equipamentos modernos. A autora evidencia que a prevenção depende da articulação entre tecnologia, supervisão técnica e documentação rigorosa.

A síntese das evidências demonstra que estruturas preventivas só se consolidam quando instituições investem em processos formais de supervisão, em indicadores sensíveis ao risco, em rotinas de auditoria e em cultura organizacional orientada para a segurança. A prevenção e o monitoramento não são ações isoladas, mas sistemas que sustentam a estabilidade, reduzem a variabilidade das práticas e protegem trabalhadores, pacientes e o ambiente. Instituições que mantêm essas estruturas de forma contínua alcançam maior controle dos riscos e maior confiabilidade assistencial, enquanto ambientes sem esses mecanismos permanecem sujeitos a falhas repetidas e vulnerabilidades persistentes.

CAPÍTULO 5

RADIAÇÕES IONIZANTES E PROTEÇÃO RADIOLÓGICA

5.1 Fundamentos da radiação ionizante em ambientes hospitalares

A utilização de radiação ionizante nos serviços de saúde constitui um dos pilares do diagnóstico por imagem e de diversos procedimentos terapêuticos, mas também representa uma das mais relevantes fontes de risco ocupacional. Lemos explica que a radiação ionizante se caracteriza por possuir energia suficiente para ionizar átomos e moléculas, criando partículas eletricamente carregadas capazes de alterar estruturas biológicas. Essa característica torna a radiação um instrumento de grande valor clínico e, ao mesmo tempo, um agente físico que exige controle rigoroso, já que exposições desnecessárias ou repetidas podem causar danos celulares cumulativos e comprometer a saúde dos trabalhadores.

A NR 32, analisada por Lemos, estabelece que os ambientes que utilizam radiação devem adotar medidas de proteção baseadas no princípio da justificação, no qual nenhum procedimento deve ser realizado sem que os benefícios superem os riscos potenciais. A normatização reforça que as práticas devem considerar o princípio da otimização, que busca manter as doses tão baixas quanto razoavelmente exequíveis, e o princípio dos limites de dose, que delimita quantitativamente a exposição anual aceitável para trabalhadores e usuários. Esses fundamentos estruturam a lógica da proteção radiológica e orientam o planejamento, a instalação e a operação dos serviços que manipulam radiação.

Os programas de Garantia da Qualidade instituídos pela EBSE RH acrescentam dimensão técnica essencial à compreensão da proteção radiológica ao evidenciar que a qualidade da imagem, o desempenho dos equipamentos e a segurança dos profissionais não podem ser analisados de forma isolada (EBSE RH, 2025). A instituição mostra que equipamentos descalibrados, blindagens insuficientes ou falhas em sistemas de controle podem aumentar doses desnecessárias tanto para pacientes quanto para a equipe. Dessa forma, o

controle da radiação exige monitoramento contínuo da performance dos aparelhos, avaliação dos campos de radiação e manutenção rigorosa de todos os componentes envolvidos no processo.

A proteção radiológica encontra fundamento também na compreensão fisiológica dos efeitos da radiação. Lemos observa que a energia ionizante pode produzir efeitos determinísticos, que surgem quando a dose ultrapassa um limiar específico, e efeitos estocásticos, que não dependem de limiar e se relacionam à probabilidade de ocorrência de danos tardios, como neoplasias. Essa classificação demonstra que mesmo exposições baixas, quando repetidas ao longo do tempo, podem representar risco significativo, justificando a necessidade de sistemas de vigilância dosimétrica capazes de acompanhar a trajetória de exposição dos trabalhadores.

A literatura especializada analisa ainda que o risco radiológico se manifesta de forma ampliada em setores como radiodiagnóstico, tomografia computadorizada, hemodinâmica e radiologia intervencionista, nos quais a proximidade física com equipamentos emissores aumenta o potencial de dispersão da radiação. Os documentos da EBSEH apontam que a configuração inadequada dos ambientes, a ausência de blindagens estruturais e a falta de barreiras móveis comprometem a contenção da radiação secundária, aumentando a exposição crônica de trabalhadores que circulam nas salas durante os procedimentos. Esse cenário reforça que compreender os fundamentos da radiação é condição indispensável para projetar e manter ambientes seguros.

A proteção radiológica também envolve o uso adequado de equipamentos de proteção individual e coletiva. Lemos destaca que aventais plumbíferos, protetores de tireoide, dosímetros individuais e barreiras fixas não podem ser encarados como instrumentos isolados, mas como componentes de um sistema integrado de redução de riscos. A eficácia desses dispositivos depende de sua periodicidade de inspeção, do estado de conservação e da adesão dos profissionais às práticas recomendadas. A análise demonstra que nenhum equipamento compensa falhas estruturais ou uso inadequado, o que reafirma a necessidade de integrar proteção individual, organização do ambiente e controle da exposição.

Em síntese, os fundamentos da radiação ionizante em ambientes hospitalares revelam que o uso seguro depende da combinação entre conhecimento técnico, infraestrutura adequada,

responsabilidade gerencial e monitoramento permanente. A radiação é ferramenta valiosa para o diagnóstico e o tratamento, mas exige estruturas sólidas de biossegurança capazes de manter a exposição dentro de limites aceitáveis e de garantir que trabalhadores e pacientes recebam o máximo benefício clínico com o mínimo risco possível. Essa compreensão serve de base para as análises que estruturam as próximas seções sobre controles, normas e práticas que asseguram a proteção radiológica no contexto hospitalar.

5.2 Diretrizes da NR-32 para radiações

A Norma Regulamentadora 32 estabelece o conjunto mais abrangente de diretrizes para proteção dos trabalhadores expostos à radiação ionizante nos serviços de saúde, constituindo o eixo regulatório que organiza responsabilidades, define critérios técnicos e orienta práticas seguras. Lemos interpreta a NR-32 como instrumento normativo que busca integrar princípios de justificação, otimização e limitação da dose à rotina hospitalar, garantindo que cada etapa do processo radiológico seja planejada para reduzir a exposição ocupacional. Essa estrutura normativa reconhece que a radiação é indispensável ao diagnóstico e ao tratamento, mas deve ser utilizada de modo controlado para preservar a integridade física dos profissionais e dos pacientes.

Ricoldi destaca que a NR-32 atribui papel central à gestão institucional ao exigir que cada serviço que utilize radiação mantenha programas formais de controle, incluindo levantamento radiométrico, avaliação periódica das blindagens, manutenção dos equipamentos e monitoramento das doses individuais. Segundo o autor, esses elementos evidenciam que a proteção radiológica não pode depender apenas de condutas individuais, pois exige um sistema integrado capaz de manter ambientes estáveis e de identificar desvios antes que atinjam níveis de risco.

Os documentos da EBSE RH reforçam esse entendimento ao mostrar que a implementação das diretrizes da NR-32 requer coordenação entre setores, vigilância contínua das condições do ambiente e planejamento que considere fluxos de circulação, estrutura física e características de cada modalidade de exame (EBSE RH, 2025). A instituição indica que a conformidade normativa depende da calibração periódica dos equipamentos, do controle dos

campos de radiação e da revisão sistemática dos instrumentos de proteção coletiva. Em ambientes onde essas atividades não são conduzidas de forma regular, a instituição se torna vulnerável a exposições desnecessárias que comprometem tanto a segurança ocupacional quanto a qualidade da imagem.

A NR-32 também estabelece exigências específicas para a formação e o comportamento profissional. Lemos observa que a norma determina que trabalhadores expostos recebam capacitação contínua e treinamento técnico compatível com o risco, de modo que compreendam os mecanismos de dispersão, os limites de dose e as formas adequadas de posicionamento durante os procedimentos. Essa exigência revela que a proteção radiológica é inseparável da competência técnica e da capacidade dos profissionais de aplicar princípios de minimização da dose no seu cotidiano.

Outro aspecto fundamental da norma é a obrigatoriedade do monitoramento individual. A NR-32 determina que todos os profissionais potencialmente expostos utilizem dosímetros e que suas leituras sejam registradas, analisadas e arquivadas para permitir rastreamento histórico. Essa medida, interpretada por Ricoldi como um dos pilares da segurança ocupacional, garante que a instituição identifique tendências de aumento de exposição, corrija falhas operacionais e tome decisões baseadas em evidências reais sobre o comportamento das doses.

A proteção coletiva recebe atenção equivalente. A norma orienta que barreiras fixas e móveis, blindagens estruturais, sistemas de intertravamento e sinalização luminosa sejam mantidos em pleno funcionamento, pois constituem barreiras primárias que impedem que a radiação se disperse para áreas adjacentes. Os programas de Garantia da Qualidade da EBSEH reforçam que a manutenção dessas estruturas deve ser contínua, uma vez que qualquer falha pode modificar os níveis de radiação no ambiente, afetando trabalhadores que não participam diretamente do ato radiológico, mas circulam próximas às áreas de exame.

A análise conjunta das diretrizes da NR-32 mostra que a proteção radiológica depende de três dimensões integradas. A primeira é estrutural e envolve blindagens, equipamentos e condições do ambiente. A segunda é organizacional e inclui supervisão ativa, monitoramento das doses, manutenção programada e revisões periódicas das rotinas. A terceira é comportamental e se relaciona à maneira como os profissionais compreendem e aplicam os princípios da proteção radiológica. Quando essas dimensões operam de forma articulada, a

exposição ocupacional se mantém dentro dos limites recomendados e o ambiente hospitalar se torna capaz de oferecer exames seguros e tecnicamente confiáveis.

5.3 Programas de Garantia da Qualidade na EBSEH

Os Programas de Garantia da Qualidade desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares constituem o núcleo estruturante da proteção radiológica nas instituições que operam equipamentos emissores de radiação. Esses programas organizam procedimentos, estabelecem parâmetros técnicos, sistematizam formas de monitoramento e definem responsabilidades que orientam o uso seguro da radiação nos serviços de saúde. A EBSEH explica que a Garantia da Qualidade não se limita à verificação periódica de equipamentos, pois envolve a criação de sistemas contínuos de controle capazes de assegurar que todas as etapas do processo radiológico mantenham padrões constantes de segurança, eficiência e precisão (EBSEH, 2025).

Lemos interpreta esses programas como instrumentos que integram avaliação técnica, inspeção sistemática e rastreamento da exposição ocupacional. A autora destaca que a Garantia da Qualidade é essencial para o funcionamento dos serviços, porque a estabilidade da dose e a confiabilidade do diagnóstico dependem da capacidade institucional de monitorar o desempenho dos aparelhos e de identificar variações que indiquem deterioração das blindagens, aumento da radiação secundária ou perda de eficiência dos filtros. Essa interpretação mostra que a proteção radiológica está diretamente vinculada à forma como os programas de qualidade são conduzidos e incorporados à gestão cotidiana.

A estruturação desses programas exige que o hospital realize testes periódicos que avaliem alinhamento do feixe, camadas de filtração, conformidade dos campos de radiação, estabilidade das tensões aplicadas e níveis de radiação de fuga. A EBSEH ressalta que os testes de constância devem ser realizados em intervalos regulares, com documentação precisa e comparações históricas que permitam identificar tendências, já que pequenas alterações podem resultar em aumento da dose ao paciente ou ao trabalhador. A instituição indica que o desempenho seguro dos equipamentos depende da análise contínua desses registros, que funcionam como indicadores da saúde técnica do parque tecnológico.

Ricoldi acrescenta que os programas de Garantia da Qualidade têm impacto direto sobre a segurança ocupacional, pois permitem que o hospital mantenha sob controle os níveis de radiação presentes nos ambientes. O autor explica que equipamentos sem manutenção adequada tendem a apresentar variações nos campos de radiação, produzindo exposições desnecessárias que se acumulam ao longo do tempo. A interpretação de Ricoldi evidencia que, ao monitorar o desempenho dos aparelhos, a instituição protege não apenas o paciente, mas também os trabalhadores que permanecem próximos aos equipamentos durante os procedimentos.

A lógica da Garantia da Qualidade também envolve a supervisão das práticas profissionais. A EBSEERH esclarece que rotinas inadequadas de posicionamento, erros na escolha de parâmetros técnicos ou falhas no uso de barreiras protetoras podem comprometer tanto a qualidade da imagem quanto a proteção radiológica. Por isso, os programas estabelecem padrões de treinamento, critérios para atualização periódica e processos de auditoria que avaliam a aderência das equipes às recomendações técnicas. Esse componente educacional demonstra que a qualidade não é apenas resultado da tecnologia, mas da interação entre profissionais, infraestrutura e processos bem definidos.

Um aspecto fundamental desses programas é a integração com a dosimetria individual. A instituição orienta que todas as leituras dos dosímetros sejam analisadas de forma sistemática, permitindo identificar aumentos súbitos de exposição que indiquem falhas no ambiente ou no comportamento profissional. Lemos ressalta que a análise dos registros dosimétricos é indispensável para detectar problemas ocultos, como blindagens deterioradas, vazamentos de radiação ou erros repetitivos durante procedimentos. Essa articulação mostra que a Garantia da Qualidade funciona como sistema capaz de transformar dados técnicos em decisões práticas de proteção.

Nos casos em que o hospital utiliza tecnologias de maior complexidade, como tomógrafos, hemodinâmica e radiologia intervencionista, os programas da EBSEERH tornam-se ainda mais críticos. A instituição demonstra que esses equipamentos operam com doses mais elevadas e produzem radiação dispersa com comportamento dinâmico, o que exige testes específicos, análises individuais de cada modalidade e supervisão intensiva. Quando essas rotinas não são conduzidas de forma estruturada, a segurança diminui e a probabilidade de eventos adversos aumenta.

A síntese das evidências mostra que os Programas de Garantia da Qualidade não são mecanismos complementares, mas estruturas essenciais para o funcionamento seguro dos serviços radiológicos. Eles mantêm a estabilidade técnica dos equipamentos, reduzem a variabilidade das práticas profissionais, elevam a confiabilidade diagnóstica e protegem trabalhadores e pacientes. A EBSEH evidencia que instituições que incorporam esses programas como parte permanente da gestão alcançam maior controle dos riscos e maior eficiência assistencial. Em contrapartida, hospitais que os tratam como formalidade regulamentar enfrentam exposição desnecessária, deterioração dos equipamentos e perda progressiva da segurança radiológica.

5.4 Sistemas de controle e monitoramento

Os sistemas de controle e monitoramento constituem o eixo funcional da proteção radiológica, pois garantem que a exposição ocupacional permaneça dentro dos limites aceitáveis e que os procedimentos diagnósticos mantenham padrões consistentes de qualidade e segurança. A Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares explica que esses sistemas funcionam como estruturas integradas que avaliam continuamente o desempenho dos equipamentos, analisam as condições ambientais e verificam se as rotinas assistenciais estão alinhadas às exigências da NR-32 e aos Programas de Garantia da Qualidade (EBSEH, 2025). Essa concepção demonstra que o monitoramento não é etapa adicional, mas componente permanente do processo radiológico.

Lemos destaca que os sistemas de monitoramento devem ser capazes de registrar variações nos campos de radiação, identificar anomalias nos equipamentos e detectar alterações nos padrões de blindagem. A autora observa que a radiação dispersa, quando não controlada, é responsável por grande parte da exposição ocupacional, especialmente em setores como tomografia computadorizada, hemodinâmica e radiologia intervencionista. Esse cenário exige que o monitoramento seja frequente, tecnicamente rigoroso e sustentado por instrumentos calibrados que permitam medir a radiação ambiental de forma precisa. Quando esses controles não são executados, o ambiente se torna imprevisível e a proteção radiológica perde sua função preventiva.

Ricoldi acrescenta que o monitoramento sistemático das doses individuais é uma das dimensões mais sensíveis da proteção radiológica. A análise periódica dos registros dosimétricos permite identificar profissionais que apresentam aumento atípico de exposição e investigar causas que podem incluir falhas de blindagem, erros de posicionamento, uso inadequado dos equipamentos de proteção ou problemas nos equipamentos emissores. O autor ressalta que a leitura dos dosímetros não deve ser encarada como rotina burocrática, pois constitui ferramenta estratégica para detectar precocemente riscos ocultos e orientar intervenções corretivas.

A NR-32 estabelece que sistemas de controle e monitoramento devem abranger não apenas a dosimetria, mas também inspeções sistemáticas da infraestrutura física, incluindo portas blindadas, barreiras fixas, janelas plumbíferas e sistemas de intertravamento. Lemos destaca que qualquer falha estrutural pode alterar a distribuição da radiação no ambiente, comprometendo profissionais que não participam diretamente dos procedimentos, como técnicos de enfermagem, recepcionistas ou trabalhadores de setores adjacentes. Isso mostra que o monitoramento das condições ambientais não se limita à sala de exame, mas abrange todo o entorno físico afetado pela dispersão radiológica.

Os dados da EBSEERH demonstram que o controle da manutenção preventiva é outro componente essencial dos sistemas de monitoramento. Equipamentos sem manutenção adequada tendem a apresentar instabilidade operacional, aquecimento excessivo, aumento da radiação secundária e irregularidades no feixe primário. A instituição indica que testes de constância e verificações de desempenho são fundamentais para garantir que a radiação utilizada permaneça estável e que os aparelhos operem dentro dos parâmetros técnicos recomendados. A ausência desses controles compromete a segurança do trabalhador e reduz a qualidade da imagem.

A articulação entre sistemas de controle ambiental e sistemas de monitoramento dos equipamentos cria uma base de dados que permite à instituição identificar tendências, prever falhas e implementar ações corretivas antes que ocorram incidentes. Essa lógica é reforçada pelos estudos de Nogueira e colaboradores, que observaram durante a pandemia de COVID-19 que instituições com monitoramento estruturado responderam de forma mais eficiente às

mudanças na demanda assistencial, ajustando fluxos, reorganizando áreas e reduzindo a exposição da equipe mesmo em condições adversas.

A síntese das evidências mostra que sistemas de controle e monitoramento formam a estrutura que sustenta a proteção radiológica. Quando funcionam de forma integrada, permitem detectar desvios, reduzir riscos, manter estabilidade operacional e garantir que profissionais e pacientes sejam expostos ao mínimo nível possível de radiação. Quando são negligenciados, a exposição se torna imprevisível, a segurança diminui e o ambiente hospitalar perde a capacidade de prevenir danos. Por isso, o monitoramento contínuo é componente indispensável da biossegurança radiológica e atua como base para todas as práticas que serão aprofundadas nas próximas seções do capítulo.

5.5 Proteção individual e coletiva

A proteção individual e coletiva constitui o núcleo operacional da proteção radiológica, pois traduz princípios normativos em práticas concretas capazes de manter a exposição ocupacional dentro de limites seguros. Lemos explica que a proteção individual deve ser compreendida como mecanismo complementar, nunca substitutivo das barreiras coletivas, já que a radiação ionizante é um agente físico que exige contenção estrutural antes de depender do comportamento do trabalhador. Esse entendimento fundamenta a lógica da NR 32 ao priorizar medidas de engenharia, blindagens e controle ambiental como primeira camada de proteção, reconhecendo que dispositivos individuais só atuam de forma efetiva quando inseridos em sistemas organizados de segurança.

A proteção coletiva representa, segundo a EBSEERH, o alicerce da segurança radiológica, porque impede que a radiação se disperse para áreas adjacentes e reduz a probabilidade de exposição crônica de profissionais que circulam no entorno dos equipamentos. A instituição destaca que portas blindadas, paredes plombíferas, janelas com proteção fixa, cortinas móveis de chumbo e sistemas de intertravamento são elementos essenciais para manter a radiação restrita ao campo de operação (EBSEERH, 2025). Quando essas estruturas apresentam falhas ou quando a manutenção não ocorre de forma regular, a radiação ambiente pode

ultrapassar limites permissíveis e comprometer trabalhadores que não participam diretamente dos procedimentos.

Ricoldi acrescenta que o desempenho das barreiras coletivas depende de inspeções periódicas, testes radiométricos e documentação rigorosa. Esses processos permitem identificar deteriorações, fissuras, falhas de instalação e pontos de vazamento que alteram a distribuição da radiação no ambiente. A análise do autor evidencia que a proteção coletiva não é entidade estática, mas componente que precisa de monitoramento contínuo para manter sua capacidade de contenção. Quando esse monitoramento falha, a responsabilidade pela proteção recai de forma inadequada sobre os equipamentos de proteção individual, que não possuem potência suficiente para compensar as falhas estruturais.

No campo da proteção individual, Lemos enfatiza que aventais plumbíferos, protetores de tireoide, óculos de chumbo, luvas especiais e dosímetros pessoais constituem barreiras importantes, mas sua eficácia depende diretamente da forma como são utilizados. A autora alerta que aventais desgastados, mal posicionados ou não avaliados periodicamente perdem capacidade de atenuação e oferecem falsa sensação de segurança. A NR 32 reforça essa leitura ao estabelecer que equipamentos de proteção individual devem ser adequados ao tipo de procedimento, compatíveis com a energia do feixe e submetidos a inspeção rotineira, pois qualquer dano pode comprometer a proteção.

A EBSERH esclarece que a proteção individual deve ser integrada a práticas operacionais que reduzam a dose, como o posicionamento adequado, a distância segura do feixe primário e a permanência mínima na sala durante a emissão da radiação. Esses elementos demonstram que o equipamento de proteção é apenas uma parte de um conjunto mais amplo de medidas que engloba organização do ambiente, treinamento e comportamento profissional. Quando essas dimensões não se articulam, a proteção individual perde parte de sua eficácia e se transforma em instrumento simbólico, incapaz de impedir a exposição acumulada.

A pandemia de COVID-19 trouxe desafios adicionais à proteção individual, descritos por Nogueira e colaboradores. A necessidade de conciliar equipamentos de proteção específicos para o controle biológico com dispositivos de proteção radiológica ampliou a carga de materiais sobre o corpo dos trabalhadores e aumentou a possibilidade de uso inadequado. Esse cenário evidenciou que a proteção individual exige condições de trabalho que permitam sua aplicação

correta, incluindo tempo para paramentação, supervisão adequada e disponibilidade de equipamentos em bom estado.

Nos laboratórios e setores de diagnóstico, Yeung e sua equipe demonstram que a proteção individual só atinge eficácia plena quando combinada com cabines de biossegurança, sistemas de contenção e rotinas de manipulação que reduzam o tempo de exposição direta. Tang complementa essa análise ao mostrar que ambientes que apresentam instabilidade nos sistemas de contenção sobrecarregam os equipamentos individuais, fazendo com que os profissionais trabalhem em níveis de risco superiores ao permitido, mesmo utilizando EPI.

A síntese das evidências mostra que a proteção individual e coletiva deve ser compreendida como sistema integrado que articula infraestrutura, tecnologia, práticas profissionais e gestão institucional. A proteção coletiva atua como barreira primária que condiciona toda a segurança do setor, enquanto a proteção individual funciona como complemento essencial para mitigar exposições residuais. Quando essas dimensões são executadas de forma articulada, o ambiente radiológico se mantém seguro, previsível e tecnicamente estável. Quando operam de forma fragmentada, a exposição torna-se imprevisível e a segurança do trabalhador é comprometida. Por isso, a maturidade institucional em proteção radiológica depende da capacidade de combinar continuamente soluções coletivas e individuais em um único sistema de defesa.

CAPÍTULO 6

EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL E COLETIVA

6.1 Classificação e critérios técnicos de uso

A classificação dos equipamentos de proteção individual e coletiva constitui base essencial para a organização das práticas de biossegurança, pois orienta a seleção adequada dos dispositivos e define o grau de proteção compatível com cada tipo de risco presente nos serviços de saúde. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, afirma que a proteção só alcança efetividade quando o equipamento utilizado corresponde ao agente de risco, à intensidade de exposição e às condições ambientais do setor onde o trabalhador atua (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva demonstra que a escolha do equipamento não é decisão isolada, mas processo técnico que exige análise situacional e coerência entre risco e dispositivo.

No campo da biossegurança biológica, Ricoldi classifica os equipamentos de proteção individual em categorias que incluem barreiras respiratórias, proteção ocular, proteção das mãos e barreiras corporais completas. Máscaras N95 ou equivalentes, óculos de proteção, protetores faciais e aventais impermeáveis representam dispositivos destinados a bloquear partículas, gotículas e aerossóis que contenham agentes infecciosos. O autor enfatiza que a eficácia desses equipamentos depende do ajuste correto ao corpo, da integridade do material e da utilização contínua durante procedimentos com risco de dispersão de fluidos. Quando utilizados de forma inadequada ou descontínua, deixam de oferecer a proteção necessária e expõem o profissional a riscos evitáveis.

No manejo de substâncias químicas, Paiva apresenta classificação específica que inclui luvas resistentes a agentes corrosivos, aventais com barreira química, respiradores adequados ao tipo de solvente e protetores faciais capazes de bloquear respingos de soluções perigosas. O autor ressalta que a compatibilidade química é elemento central na escolha do equipamento, já

que materiais inadequados podem sofrer degradação, rompimento ou perda de eficiência durante o uso. A proteção exige análise rigorosa de cada substância manipulada e observação constante das condições físicas do equipamento, pois danos aparentemente pequenos podem anular totalmente sua capacidade de contenção.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe destacam que os equipamentos de proteção individual devem ser selecionados de acordo com o nível de contenção necessário para cada procedimento. A utilização de aventais resistentes, luvas específicas, barreiras faciais e respiradores deve ser articulada à presença de dispositivos de proteção coletiva, como cabines de biossegurança certificadas, sistemas de ventilação controlada e barreiras físicas que mantenham agentes biológicos confinados. Essa articulação entre proteção individual e coletiva reforça que a segurança depende simultaneamente do equipamento e da infraestrutura em que ele é utilizado.

A radiação ionizante exige classificação própria. Lemos explica que aventais plumbíferos, protetores de tireoide, óculos com lentes contendo chumbo e dosímetros individuais constituem equipamentos essenciais para profissionais expostos durante procedimentos radiológicos. A autora ressalta que a espessura do material plumbífero, o estado de conservação e o posicionamento durante o uso determinam o grau de atenuação alcançado. Equipamentos deteriorados, mal armazenados ou utilizados sem critério podem comprometer a proteção e expor o trabalhador a doses cumulativas superiores às recomendadas pela NR 32.

A proteção coletiva, definida em documentos da EBSEH, inclui barreiras fixas nas paredes, portas e janelas com blindagem adequada, dispositivos móveis de contenção, sistemas de intertravamento que impedem a emissão acidental de radiação e cabines de biossegurança destinadas ao trabalho com microrganismos e materiais contaminados (EBSEH, 2022). Esses dispositivos atuam como primeira linha de defesa, reduzindo significativamente a probabilidade de exposição antes mesmo que o equipamento individual seja acionado. A instituição demonstra que a eficácia dessas barreiras depende de manutenção preventiva, inspeções periódicas e posicionamento adequado no ambiente.

A classificação dos equipamentos, em todas essas áreas, está diretamente vinculada aos critérios técnicos de uso. A NR 32 determina que cada dispositivo deve atender a especificações de desempenho, possuir certificação, passar por inspeções periódicas e ser utilizado de acordo

com o risco identificado. Ricoldi reforça que a formação dos trabalhadores deve incluir domínio técnico dos equipamentos, compreensão de suas limitações e capacidade de identificar sinais de desgaste ou perda de integridade. A proteção só se concretiza quando o profissional compreende o equipamento, utiliza-o de forma correta e trabalha em ambientes que oferecem suporte estrutural adequado.

O conjunto dessas evidências mostra que a classificação e o uso dos equipamentos de proteção demandam análise integrada. A escolha do dispositivo deve considerar o tipo de risco, a intensidade da exposição, a infraestrutura disponível e o comportamento profissional. A proteção individual e coletiva só alcança eficácia plena quando incorporada a processos organizacionais consistentes, capazes de sustentar práticas seguras e de garantir que trabalhadores atuem em condições técnicas compatíveis com as exigências de cada setor do serviço de saúde.

6.2 Barreiras de proteção coletiva

As barreiras de proteção coletiva constituem o alicerce da biossegurança em ambientes hospitalares, pois atuam na origem do risco e reduzem a probabilidade de exposição antes mesmo que o profissional necessite acionar o equipamento de proteção individual. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, enfatiza que essas barreiras devem ser compreendidas como elementos estruturais e sistêmicos que influenciam diretamente a qualidade do ambiente de trabalho e a segurança das equipes (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva destaca que a proteção coletiva é mecanismo central na prevenção, já que controla o risco de forma ambiental e não apenas comportamental.

Nos ambientes que utilizam radiação ionizante, a proteção coletiva recebe relevância especial. Lemos explica que a blindagem estrutural das salas, composta por paredes plumbíferas, portas reforçadas e janelas com vidro plumbífero, constitui a principal barreira para impedir que a radiação ultrapasse o campo de operação. A autora ressalta que a qualidade da blindagem depende de cálculos específicos, definidos de acordo com carga de trabalho, tipo de equipamento e distribuição espacial, de modo que qualquer inadequação pode resultar em dispersão indesejada para ambientes adjacentes. Essa análise mostra que a proteção coletiva

representa o núcleo da segurança radiológica e não pode ser substituída por equipamentos individuais.

Os Programas de Garantia da Qualidade da EBSEH detalham que barreiras móveis, como biombos plumbíferos, cortinas de contenção e dispositivos de bloqueio, devem ser posicionadas estrategicamente para proteger tanto operadores quanto profissionais que permanecem na sala durante os procedimentos (EBSEH, 2025). A instituição demonstra que a eficácia dessas estruturas depende da manutenção regular, da integridade física dos materiais e da correta disposição no ambiente. Biombos mal posicionados, cortinas desgastadas e sistemas de intertravamento desregulados reduzem a capacidade de contenção e expõem trabalhadores a radiação secundária que poderia ser evitada.

No controle de agentes biológicos, Yeung e sua equipe enfatizam que cabines de biossegurança representam uma das barreiras coletivas mais importantes. Essas cabines mantêm pressão negativa, filtragem HEPA e fluxo de ar controlado, garantindo que microrganismos manipulados em procedimentos laboratoriais permaneçam confinados dentro da área de contenção. A eficácia dessas barreiras depende de certificação periódica, testes de integridade dos filtros e uso correto por parte dos trabalhadores. Quando esses elementos falham, partículas biológicas podem se dispersar para o ambiente, comprometendo a segurança ocupacional.

Galvão, Remigio e Lobo mostram que, na Central de Material e Esterilização, autoclaves, lavadoras ultrassônicas, barreiras de fluxo e áreas de transição entre setores limpos e contaminados funcionam como sistemas de proteção coletiva que evitam a circulação de agentes infecciosos. Os autores destacam que essas estruturas reduzem a probabilidade de contato direto com instrumentos contaminados, organizam fluxos internos e fortalecem a segurança das equipes responsáveis pelo processamento dos materiais. A análise demonstra que a existência dessas barreiras minimiza a necessidade de intervenções individuais e favorece o controle ambiental do risco.

Na gestão de resíduos perigosos, Paiva observa que a proteção coletiva envolve coletores apropriados, recipientes rígidos para perfurocortantes, sistemas de transporte interno com isolamento, salas específicas de armazenamento intermediário e sinalização adequada. A ausência ou inadequação desses dispositivos favorece acidentes que resultam em corte,

perfuração, respingos químicos e contaminações cruzadas. Quando a instituição dispõe de infraestrutura robusta, os trabalhadores têm condições de atuar com menor risco e maior previsibilidade.

A proteção coletiva também inclui elementos menos visíveis, mas igualmente essenciais. Sistemas de ventilação com fluxo adequado, exaustores de alta eficiência, filtros específicos para agentes químicos voláteis e separação física entre áreas limpas e sujas são componentes que garantem a qualidade do ar e a segurança ambiental. Estudos de Nogueira e colaboradores, realizados durante a pandemia de COVID-19, mostram que hospitais com ventilação adequada e barreiras físicas estruturadas apresentaram menor incidência de contaminação entre equipes, reforçando a importância da engenharia ambiental como dispositivo de proteção coletiva.

A EBSEH destaca ainda que a proteção coletiva exige manutenção preventiva contínua, inspeções técnicas e documentação rigorosa. Sem esses elementos, estruturas que deveriam atuar como barreiras podem se transformar em pontos de vulnerabilidade. Blindagens deterioradas, falhas em portas de contenção, desgaste em biombos e filtros de ventilação saturados são situações que comprometem a proteção e ampliam o risco ocupacional. A instituição evidencia que a proteção coletiva só se mantém eficaz quando monitorada, revisada e atualizada conforme a evolução tecnológica e as demandas assistenciais.

A análise integrada das evidências mostra que as barreiras de proteção coletiva constituem o primeiro nível de defesa na biossegurança hospitalar. Elas atuam diretamente sobre o ambiente, reduzem a necessidade de exposição, organizam fluxos, eliminam improvisações e sustentam práticas seguras. A proteção individual somente alcança eficácia plena quando apoiada por estruturas coletivas sólidas, demonstrando que a maturidade institucional depende da capacidade de planejar, manter e monitorar continuamente essas barreiras. Assim, a proteção coletiva deve ser compreendida como fundamento técnico e organizacional de um sistema que busca minimizar riscos e preservar a integridade dos profissionais e dos pacientes.

6.3 Procedimentos adequados de paramentação e desparamentação

Os procedimentos de paramentação e desparamentação representam etapas críticas para garantir a biossegurança nos serviços de saúde, pois constituem momentos em que erros mínimos podem resultar em exposição direta a agentes biológicos, químicos ou físicos. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, afirma que a eficácia dos equipamentos de proteção depende não apenas da sua qualidade, mas da forma como são colocados, ajustados e retirados, uma vez que a contaminação geralmente ocorre durante a retirada inadequada dos dispositivos (BRASIL; OPAS, 2010). Esse entendimento evidencia que a proteção é processo técnico que envolve coordenação entre conhecimento, prática e condições ambientais.

Ricoldi destaca que a paramentação adequada exige sequência padronizada que garanta barreiras integrais antes da exposição ao risco. A aplicação de máscaras filtrantes, ajuste correto dos óculos de proteção, posicionamento do protetor facial, colocação de luvas e selagem das vestimentas impermeáveis devem seguir lógica que minimize superfícies descobertas e reduza a manipulação de áreas potencialmente contaminantes. Segundo o autor, falhas na ordem de colocação comprometem a função do equipamento e produzem brechas que favorecem o contato com agentes infecciosos.

Na manipulação de substâncias químicas, Paiva observa que a paramentação precisa considerar não apenas a integridade física, mas também a compatibilidade do equipamento com o agente manuseado. Luvas inadequadas para solventes corrosivos, aventais sem barreira química e proteção facial insuficiente geram riscos que se tornam evidentes somente durante a desparamentação, quando resíduos aderidos aos equipamentos entram em contato com pele ou superfícies. O autor reforça que a etapa de desparamentação exige área exclusiva, recipientes adequados para descarte e supervisão técnica, pois qualquer erro pode resultar em contaminação imediata.

Nos laboratórios, Yeung e sua equipe demonstram que a paramentação só atinge eficácia plena quando articulada a cabines de biossegurança certificadas, fluxos de ar unidirecionais e procedimentos controlados de manipulação. A sequência de colocação das vestimentas e a retirada cuidadosa dentro de áreas de contenção evitam que partículas biológicas migrem para ambientes externos. Quando esses elementos falham, a desparamentação se torna ponto crítico de disseminação, comprometendo a segurança pessoal e a integridade diagnóstica.

A desparamentação, de modo geral, apresenta risco ainda maior que a paramentação. Estudos de Galvão, Remigio e Lobo mostram que falhas durante a retirada de aventais, luvas ou máscaras são responsáveis por grande parte das contaminações registradas na Central de Material e Esterilização. Os autores identificam que a retirada inadequada das luvas, quando realizada sem técnica apropriada, promove contato direto com resíduos contaminados, além de favorecer a transferência de patógenos para outras superfícies. Esses resultados demonstram que o momento da retirada exige atenção redobrada, padronização rígida e supervisão contínua.

Nogueira e colaboradores reforçam que, durante a pandemia de COVID-19, procedimentos inadequados de desparamentação foram associados ao aumento de infecções entre profissionais expostos a cargas virais elevadas. A retirada precipitada de aventais e protetores faciais, em ambientes sem suporte de supervisão, contribuiu para contaminações cruzadas e ampliou a exposição das equipes. Esses achados reforçam que a proteção efetiva depende da existência de áreas específicas, fluxo organizado e tempo adequado para execução segura do processo.

No campo da radiação ionizante, Lemos explicita que a paramentação inclui o uso de aventais plumbíferos, protetores de tireoide, óculos com lentes especiais e dosímetros individuais, que devem ser ajustados conforme parâmetros técnicos e energias do feixe. A autora observa que a desparamentação inadequada pode danificar equipamentos sensíveis, como aventais com partículas de chumbo, reduzindo sua capacidade de atenuação em procedimentos futuros. Isso mostra que a paramentação, além de proteger o trabalhador, preserva a integridade dos equipamentos e contribui para a longevidade das barreiras de proteção.

Os documentos da EBSEERH destacam que procedimentos de paramentação e desparamentação só alcançam eficácia plena quando integrados a políticas institucionais consistentes, que incluem treinamento periódico, auditorias regulares, supervisão ativa e disponibilidade imediata dos equipamentos necessários (EBSEERH, 2022). A instituição evidencia que a padronização só se mantém quando a estrutura organizacional oferece condições materiais e logísticas para que as rotinas sejam cumpridas sem improvisação.

O conjunto dessas evidências revela que paramentação e desparamentação são processos que exigem técnica apurada, infraestrutura adequada e cultura institucional orientada

à segurança. A proteção depende da sequência correta, da integridade dos materiais e da atenção constante do profissional, mas também da capacidade da instituição de estruturar ambientes, fluxos e treinamentos que sustentem práticas seguras. Assim, a maturidade das rotinas de biossegurança se mostra não apenas na presença dos equipamentos, mas na forma como eles são utilizados, manipulados e retirados de acordo com normas estruturadas e monitoradas de forma contínua.

6.4 Adesão e limitações práticas

A adesão dos profissionais aos equipamentos de proteção representa um dos pontos mais sensíveis da biossegurança, porque traduz, na prática, o quanto as recomendações técnicas são incorporadas ao cotidiano do trabalho. O Ministério da Saúde, ao discutir as bases da segurança em serviços de saúde, afirma que a proteção não se sustenta apenas na existência dos equipamentos, mas na forma como são utilizados de maneira contínua e apropriada (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva ressalta que a adesão não é apenas um comportamento individual, mas resultado direto da interação entre cultura organizacional, condições de trabalho, oferta de equipamentos e práticas de supervisão técnica.

Ricoldi observa que a baixa adesão costuma ser explicada por fatores que incluem desconforto físico, sobrecarga de tarefas, rotinas aceleradas e percepção inadequada dos riscos. Em muitos serviços, profissionais relatam que aventais impermeáveis reduzem mobilidade, que óculos de proteção prejudicam o campo visual e que máscaras filtrantes provocam sensação de fadiga respiratória. Esses elementos não anulam a necessidade do uso, mas ajudam a compreender por que a adesão não depende apenas da norma, exigindo estratégias capazes de equilibrar proteção e viabilidade operacional. A análise do autor mostra que o problema não se concentra na recusa consciente, mas na dificuldade de integrar equipamentos muitas vezes pesados, quentes ou rígidos às demandas de trabalho que exigem rapidez e precisão.

No manejo de substâncias químicas, Paiva demonstra que a adesão é reduzida quando a instituição não garante disponibilidade contínua de materiais compatíveis com os agentes manipulados. Luvas inadequadas, aventais de baixa resistência e ausência de proteção facial levam o trabalhador a improvisações que comprometem a segurança. O autor evidencia que a

adesão depende da previsibilidade do ambiente, da reposição adequada dos equipamentos e da clareza das orientações. Quando essas condições não são atendidas, o trabalhador tende a priorizar a execução imediata da tarefa, mesmo reconhecendo o risco envolvido.

Nos laboratórios, Yeung e sua equipe identificam limitações relacionadas à disciplina operacional. O uso adequado de cabines de biossegurança, por exemplo, exige tempo para estabilização do fluxo de ar, posicionamento correto dos materiais e organização prévia da bancada. Quando o ritmo de trabalho é elevado ou quando a equipe lida com múltiplas demandas simultâneas, esses passos são abreviados, resultando em perda da proteção coletiva e necessidade de reforço da proteção individual. A análise evidencia que a adesão não depende apenas do conhecimento técnico, mas da possibilidade real de cumprir todas as etapas no tempo necessário.

Galvão, Remigio e Lobo mostram que, na Central de Material e Esterilização, a adesão sofre influência direta da organização dos fluxos. Setores que apresentam separação inadequada entre áreas limpas e contaminadas, limitações de espaço físico ou carência de barreiras fixas tendem a comprometer o uso correto dos equipamentos. Os autores observam que profissionais nessas condições desenvolvem rotinas compensatórias que reduzem o tempo de paramentação, o que aumenta o risco de exposição, especialmente durante picos de demanda. Esses dados revelam que a adesão é produto da infraestrutura e não apenas da vontade individual.

Na área da radiação ionizante, Lemos aponta que a adesão aos equipamentos plumbíferos apresenta limitações específicas. Aventais mais espessos aumentam o peso corporal e geram fadiga após longos períodos em procedimentos contínuos, enquanto óculos de chumbo podem causar desconforto facial e redução do campo visual periférico. Esses fatores fazem com que alguns profissionais reduzam o tempo de permanência com o equipamento ou modifiquem seu posicionamento para aliviar a carga física, o que reduz a eficácia da proteção. A autora argumenta que a solução envolve aquisição de dispositivos mais ergonômicos, treinamento contínuo e reorganização das escalas para evitar sobrecarga.

Nogueira e colaboradores acrescentam que, em períodos de alta pressão assistencial, como observado durante a pandemia de COVID-19, a adesão foi diretamente afetada pelo acúmulo simultâneo de camadas de proteção para riscos químicos, biológicos e radiológicos. A combinação desses equipamentos ampliou o peso, reduziu a mobilidade e aumentou o

desconforto térmico, o que levou muitos profissionais a simplificarem etapas de paramentação ou a retirarem equipamentos prematuramente diante da exaustão. Esses achados demonstram que políticas de adesão precisam ir além das normas e incluir reorganização dos processos de trabalho.

Os documentos da EBSE RH reforçam que a adesão se fortalece quando as instituições investem em educação permanente, auditorias estruturadas, vigilância ativa e avaliação sistemática das práticas. A instituição evidencia que trabalhadores respondem com maior comprometimento quando encontram ambientes organizados, equipamentos em bom estado e supervisão que atua como suporte e não como punição (EBSE RH, 2022). Essa perspectiva mostra que as limitações de adesão são superadas quando as decisões institucionais favorecem condições reais para que o profissional possa se proteger.

A análise conjunta das evidências demonstra que a adesão aos equipamentos de proteção é fenômeno complexo, condicionado por fatores individuais, materiais, organizacionais e estruturais. As limitações não podem ser interpretadas como falhas isoladas dos trabalhadores, mas como indicadores das condições de trabalho ofertadas pela instituição. Assim, o fortalecimento da adesão exige integração entre infraestrutura adequada, fornecimento contínuo de equipamentos de qualidade, organização do trabalho compatível com a biossegurança e processos educativos que consolidem as práticas seguras como parte natural da rotina.

6.5 Indicadores de desempenho

Os indicadores de desempenho constituem instrumento central na avaliação da eficácia das práticas de biossegurança, pois permitem transformar observações dispersas em evidências mensuráveis capazes de orientar decisões institucionais. O Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana da Saúde afirmam que os indicadores funcionam como mediadores entre a norma e a prática, já que oferecem parâmetros objetivos para verificar se as medidas de proteção estão, de fato, reduzindo riscos e prevenindo danos (BRASIL; OPAS, 2010). Essa concepção mostra que o monitoramento não pode ser entendido como ação administrativa secundária, mas como componente estratégico da gestão da segurança.

No campo dos riscos biológicos, Ricoldi destaca que taxas de acidentes com exposição a material biológico, proporção de profissionais vacinados, adesão à higienização das mãos e registros de incidentes ocupacionais representam indicadores fundamentais para compreender o comportamento dos trabalhadores e identificar vulnerabilidades. O autor observa que variações nesses indicadores geralmente refletem problemas de infraestrutura, falhas de comunicação interna ou ausência de treinamento, o que reforça o caráter diagnóstico desses instrumentos. Dessa forma, o indicador não apenas revela a magnitude do risco, mas aponta o ponto exato em que a intervenção deve ocorrer.

Paiva demonstra que, no manejo de substâncias químicas e resíduos perigosos, indicadores como frequência de acidentes com perfurocortantes, integridade dos recipientes de descarte, rotatividade das áreas de armazenamento e conformidade das rotinas de segregação fornecem visão aprofundada da qualidade da gestão. A análise do autor evidencia que esses indicadores permitem identificar zonas críticas em que ocorre acúmulo de resíduos, desordem operacional ou uso inadequado de recipientes, revelando falhas que, muitas vezes, passam despercebidas na rotina assistencial.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe mostram que indicadores de desempenho incluem resultados das certificações das cabines de biossegurança, registros de falhas de contenção, conformidade com os protocolos de manipulação e tempo médio de estabilização do fluxo de ar. Esses parâmetros permitem identificar tendências de deterioração nos equipamentos ou decadência no padrão técnico das equipes, funcionando como alerta antecipado para riscos que poderiam resultar em contaminação cruzada ou falhas diagnósticas.

Na Central de Material e Esterilização, Galvão, Remigio e Lobo destacam que indicadores como taxa de reprovação de ciclos de esterilização, frequência de reprocessamento e incidência de material devolvido por contaminação constituem medidas que avaliam não apenas a eficiência técnica dos equipamentos, mas também a organização dos fluxos e o desempenho das equipes. O comportamento desses indicadores reflete a maturidade do sistema de biossegurança e a capacidade da instituição de manter processos contínuos e estáveis.

No contexto da radiação ionizante, Lemos descreve que indicadores de desempenho incluem análise dosimétrica individual, estabilidade dos parâmetros dos equipamentos, resultados dos testes de constância e frequência de alarmes relacionados a falhas de blindagem.

A autora enfatiza que a evolução desses indicadores revela se o ambiente radiológico está operando dentro de padrões seguros ou se apresenta variações que exigem intervenção imediata. A tendência de aumento nas doses individuais, por exemplo, indica falhas nas barreiras coletivas, deterioração dos aventais plumbíferos ou inadequações no posicionamento dos trabalhadores.

Os Programas de Garantia da Qualidade da EBSEERH ampliam essa perspectiva ao incluir indicadores voltados à manutenção preventiva, tempo de resposta para correção de falhas, taxa de conformidade das inspeções e registros de interrupções nos serviços causadas por anomalias técnicas (EBSEERH, 2025). A instituição demonstra que indicadores bem estruturados permitem acompanhar o ciclo completo da segurança, desde o funcionamento dos equipamentos até a forma como os trabalhadores aplicam as rotinas de proteção.

Nogueira e colaboradores reforçam que, durante períodos de estresse assistencial, como observado na pandemia de COVID-19, os indicadores desempenham papel crítico na identificação de sobrecarga, desgaste das equipes e redução da adesão a práticas de segurança. A análise desses dados possibilita reorganizar fluxos, redistribuir equipes e ajustar protocolos para minimizar a exposição ocupacional.

A síntese das evidências revela que os indicadores de desempenho atuam como espinha dorsal da gestão da biossegurança. Eles permitem compreender a dinâmica do risco, antecipar falhas, fortalecer processos e avaliar a maturidade institucional. Um sistema de biossegurança só se mantém eficaz quando seus indicadores são analisados com regularidade, interpretados com rigor técnico e convertidos em decisões que aprimorem continuamente a segurança dos trabalhadores e a qualidade da assistência.

CAPÍTULO 7

PROTOSCOLOS, ROTINAS E GARANTIA DA QUALIDADE

7.1 Padronização das rotinas críticas

A padronização das rotinas críticas constitui elemento estruturante da biossegurança hospitalar, porque estabelece parâmetros operacionais capazes de reduzir variabilidade, prevenir falhas humanas e assegurar que processos essenciais sejam executados sempre com o mesmo rigor técnico. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, explica que a padronização cria um fio condutor entre a norma e a prática, permitindo que diferentes profissionais alcancem níveis similares de desempenho, independentemente das pressões assistenciais, da alta rotatividade ou da complexidade dos serviços (BRASIL; OPAS, 2010). Esse entendimento reforça que protocolos bem estruturados não apenas descrevem o que deve ser feito, mas organizam o ambiente para que a execução seja viável.

Ricoldi interpreta que rotinas críticas, como manipulação de material biológico, preparo de salas radiológicas, descarte de resíduos perigosos e higienização de superfícies, requerem sequências operacionais definidas com precisão. O autor destaca que a segurança depende da repetibilidade das ações, pois a previsibilidade reduz a margem de erro e impede improvisações que fragilizam a proteção. Quando rotinas variam conforme o profissional ou o turno, o sistema de biossegurança se fragmenta, dificultando a vigilância e aumentando o risco de incidentes.

Nos setores de risco químico, Paiva demonstra que a padronização garante que substâncias corrosivas, citotóxicas ou voláteis sejam manipuladas sempre dentro de condições controladas e com equipamentos compatíveis. A existência de procedimentos detalhados evita que trabalhadores escolham luvas inadequadas, manipulem solventes em áreas sem ventilação adequada ou descartem resíduos perigosos em recipientes não autorizados. A padronização, nesse caso, atua como barreira que impede desvios capazes de gerar acidentes graves.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe evidenciam que rotinas padronizadas para uso de cabines de biossegurança, estabilização do fluxo laminar, manipulação de microrganismos e limpeza pós-procedimento são fundamentais para evitar falhas de contenção. A ausência de padronização produz comportamentos técnicos heterogêneos, que se traduzem em aumento da carga microbiana no ambiente e maior risco de contaminação cruzada.

Galvão, Remigio e Lobo mostram que, na Central de Material e Esterilização, protocolos bem definidos são responsáveis pela redução de erros nas etapas de limpeza, preparo, esterilização e armazenamento. Esses autores ressaltam que, quando rotinas críticas não possuem padronização rigorosa, surgem inconsistências que afetam a qualidade dos ciclos de esterilização e comprometem a segurança das equipes e dos pacientes. A análise demonstra que a padronização é, antes de tudo, mecanismo de controle da variabilidade e garante que cada etapa siga critérios técnicos uniformes.

Nos setores de radiação ionizante, Lemos afirma que a preparação da sala, o posicionamento dos equipamentos, a checagem das blindagens, a análise dos registros dosimétricos e a operação dos aparelhos precisam seguir procedimentos detalhados. A autora observa que a variabilidade na forma de executar essas etapas altera a distribuição da radiação no ambiente e resulta em exposição desnecessária. A padronização, portanto, estrutura a prática radiológica e garante que todos os profissionais utilizem parâmetros seguros, independentemente da sua experiência individual.

Os Programas de Garantia da Qualidade da EBSEH ampliam essa lógica ao mostrar que protocolos padronizados fortalecem a rastreabilidade das ações, permitem auditorias consistentes e orientam a melhoria contínua. A instituição destaca que, sem padronização, não há indicadores robustos, não há análise comparativa e não há possibilidade real de identificar desvios. A padronização permite prever resultados, corrigir falhas e estabelecer base sólida para decisões gerenciais.

Nogueira e colaboradores reforçam que, durante a pandemia, serviços com rotinas críticas padronizadas foram capazes de reorganizar fluxos com maior rapidez, porque possuíam processos já consolidados. A clareza das etapas reduziu a ansiedade das equipes, favoreceu a adesão às medidas de proteção e garantiu continuidade assistencial mesmo diante de situações

extremas. Esses dados demonstram que a padronização desempenha papel estratégico quando o ambiente hospitalar enfrenta tensões elevadas.

A síntese das evidências mostra que a padronização das rotinas críticas é mecanismo indispensável para transformar normas em práticas concretas. Ela reduz a variabilidade, fortalece a previsibilidade, organiza o ambiente e oferece segurança para que os profissionais executem tarefas de maneira consistente. Além disso, permite que as instituições monitorem seu próprio desempenho de forma técnica e contínua, consolidando uma cultura de biossegurança orientada pela precisão, pelo rigor e pela estabilidade das práticas diárias.

7.2 Programas de Garantia da Qualidade

Os Programas de Garantia da Qualidade constituem a espinha dorsal da segurança institucional, pois organizam processos, monitoram parâmetros técnicos e asseguram que práticas críticas ocorram de forma estável e rastreável. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, afirma que a qualidade em ambientes de saúde depende de sistemas de vigilância capazes de integrar infraestrutura, equipamentos e comportamento profissional em um ciclo contínuo de avaliação e aperfeiçoamento (BRASIL; OPAS, 2010). Essa concepção evidencia que a qualidade não se reduz ao cumprimento de normas, mas corresponde à construção de um ambiente institucional onde a segurança é sustentada por processos consistentes.

A Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares descreve que seus Programas de Garantia da Qualidade incorporam inspeções periódicas, testes de desempenho, manutenção preventiva, revisão de fluxos assistenciais e auditorias internas. Esses elementos formam uma estrutura capaz de controlar riscos físicos, químicos e biológicos, assegurando que áreas críticas funcionem dentro dos limites estabelecidos por regulamentações nacionais, como a NR 32, e por diretrizes internacionais adotadas nos serviços hospitalares. A instituição esclarece que o princípio fundamental desses programas é identificar tendências e variações antes que se convertam em falhas operacionais que comprometam a segurança de trabalhadores e pacientes.

No campo da radiação ionizante, Lemos destaca que a Garantia da Qualidade é imprescindível porque a precisão dos equipamentos determina tanto a segurança ocupacional quanto a confiabilidade diagnóstica. Testes de constância, verificações dos campos de radiação, avaliação das blindagens e análises dos níveis de dispersão são etapas que permitem detectar deteriorações em componentes estruturais ou variações indesejadas nos parâmetros físicos. A autora evidencia que, sem esses controles, o ambiente radiológico se torna imprevisível e a exposição ocupacional pode aumentar de forma silenciosa.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e colaboradores demonstram que a Garantia da Qualidade sustenta a contenção microbiológica por meio da certificação regular das cabines de biossegurança, da inspeção de sistemas de ventilação e da validação de procedimentos operacionais. A equipe evidencia que falhas nesses mecanismos geram perda de contenção e favorecem a exposição a microrganismos, transformando o ambiente laboratorial em um ponto de risco. Assim, a qualidade se apresenta como ferramenta indispensável para preservar tanto a segurança ocupacional quanto a confiabilidade dos resultados.

Paiva evidencia que, no manejo de substâncias químicas e resíduos perigosos, programas de qualidade estruturam todas as etapas da cadeia de risco, da segregação ao transporte e armazenamento. Indicadores como integridade de recipientes, conformidade das rotinas e frequência de incidentes permitem identificar falhas sistêmicas que, quando não monitoradas, resultam em acidentes com perfurocortantes, respingos químicos ou contaminações cruzadas. Dessa forma, a Garantia da Qualidade se revela elemento essencial para manter coerência entre prática e norma.

Na Central de Material e Esterilização, Galvão, Remigio e Lobo mostram que programas de qualidade fortalecem a segurança ao garantir que etapas como limpeza, preparo, esterilização e validação sejam realizadas com precisão. Os autores demonstram que a ausência de padronização e rastreabilidade aumenta erros nos ciclos de esterilização e compromete a integridade dos materiais. A Garantia da Qualidade, nesse contexto, sustenta a confiabilidade dos processos e favorece práticas reprodutíveis.

Nogueira e colaboradores reforçam que instituições com programas de qualidade consolidados responderam melhor às pressões impostas pela pandemia, pois possuíam estruturas funcionais que permitiram reorganizar fluxos, redistribuir insumos e manter níveis

aceitáveis de segurança mesmo diante de sobrecarga intensa. Esses resultados evidenciam que a qualidade atua como componente de resiliência institucional.

A síntese das evidências mostra que os Programas de Garantia da Qualidade constituem ferramenta estratégica para transformar normas de biossegurança em rotinas efetivas. Eles permitem identificar desvios, corrigir falhas, monitorar tendências e sustentar práticas seguras em ambientes complexos. Quando incorporados de forma sistemática, esses programas fortalecem a cultura institucional de segurança e promovem condições estáveis de trabalho, sustentando a eficiência assistencial e a proteção dos profissionais que atuam em áreas críticas.

7.3 Auditoria, monitoramento e melhoria contínua

A auditoria, articulada ao monitoramento sistemático e à melhoria contínua, constitui um dos eixos estruturantes da biossegurança hospitalar, porque transforma dados operacionais em processos capazes de sustentar decisões qualificadas. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, afirma que auditorias são instrumentos essenciais para avaliar a aderência às normas, identificar falhas operacionais e verificar a consistência das práticas de segurança em relação aos padrões estabelecidos (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva evidencia que a auditoria não se limita a examinar documentos, mas funciona como método de leitura crítica da instituição, permitindo compreender como o trabalho é realizado e onde ajustes são necessários.

A EBSEH descreve que seus processos de auditoria incluem inspeções in loco, análise dos registros dosimétricos, revisão da integridade dos equipamentos de proteção, avaliação das barreiras coletivas e checagem dos testes de constância. Esses procedimentos garantem que rotinas críticas sejam executadas de forma consistente e que desvios sejam identificados antes de se converterem em riscos para trabalhadores ou pacientes. A instituição destaca que auditorias estruturadas fortalecem a rastreabilidade dos processos e ampliam a capacidade de resposta organizacional às mudanças no cenário assistencial.

Lemos observa que, nos setores que utilizam radiação ionizante, a auditoria tem papel determinante na detecção de anomalias em blindagens, sistemas de intertravamento e

parâmetros de emissão. A autora ressalta que a análise periódica desses elementos permite identificar deteriorações sutis que não são percebidas pelas equipes no cotidiano, mas que aumentam a exposição ocupacional ao longo do tempo. O monitoramento contínuo, associado a auditorias rigorosas, sustenta a estabilidade do ambiente radiológico e previne falhas cumulativas.

Nos laboratórios, Yeung e sua equipe evidenciam que auditorias internas verificam a conformidade com procedimentos operacionais padrão, a certificação das cabines de biossegurança, a organização do espaço e a consistência da contenção microbiológica. O monitoramento dos fluxos de ar, a avaliação da integridade dos filtros e o comportamento técnico das equipes permitem identificar vulnerabilidades que podem comprometer a proteção. Essa lógica demonstra que auditoria e monitoramento são processos complementares que revelam problemas estruturais e operacionais.

Paiva mostra que auditorias no manejo de substâncias químicas e resíduos perigosos avaliam desde a segregação na fonte até o armazenamento temporário e a coleta final. A análise dos recipientes, a conformidade dos rótulos, o uso de equipamentos adequados e a manutenção dos fluxos de descarte permitem identificar falhas que elevam o risco químico e comprometem a segurança das equipes. A melhoria contínua depende diretamente da capacidade da instituição de transformar essas análises em ações corretivas.

Galvão, Remigio e Lobo destacam que, na Central de Material e Esterilização, o monitoramento das etapas de limpeza, preparo e esterilização, associado às auditorias periódicas, permite detectar problemas como ciclos incompletos, falhas na vedação de embalagens ou inadequações nos processos de secagem. As evidências mostram que a melhoria contínua resulta da interpretação crítica dos achados e da revisão sistemática dos procedimentos adotados pelas equipes.

Os achados de Nogueira e colaboradores durante a pandemia reforçam que auditorias e monitoramento foram essenciais para ajustar fluxos assistenciais, reorganizar áreas de risco e ampliar a proteção da equipe em cenários de rápida mudança. A instituição que analisa seus indicadores com regularidade desenvolve maior capacidade adaptativa e reduz vulnerabilidades em situações críticas.

A melhoria contínua, nesse contexto, é o resultado final de um ciclo virtuoso que integra auditoria, monitoramento e ação corretiva. Ela exige mecanismos de realimentação capazes de transformar achados em novas práticas, revisar protocolos e incorporar evidências atualizadas. Programas de educação permanente, revisão periódica de processos e atualização das tecnologias fazem parte dessa lógica. Quando esses elementos funcionam de forma articulada, a instituição desenvolve maturidade técnica e fortalece uma cultura de biossegurança orientada pela precisão, pela previsibilidade e pelo aprendizado contínuo.

A síntese das evidências demonstra que auditoria, monitoramento e melhoria contínua constituem pilares inseparáveis da gestão da biossegurança. Eles permitem acompanhar a evolução dos riscos, identificar falhas estruturais, fortalecer práticas profissionais e ajustar processos de acordo com demandas emergentes. Mais que ferramentas de controle, representam dispositivos de inteligência institucional, capazes de sustentar ambientes seguros, estáveis e tecnicamente confiáveis.

7.4 Notificação de incidentes e gestão do risco

A notificação de incidentes constitui um dos pilares da gestão de risco em serviços de saúde, porque torna visíveis eventos que, de outra forma, permaneceriam ocultos e continuariam a produzir danos silenciosos. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, explica que sistemas de notificação fortalecem a vigilância institucional ao permitir que falhas, quase-erros e eventos adversos sejam analisados como oportunidades de aprendizado e não como episódios isolados (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva mostra que a notificação só alcança efetividade quando integrada a uma cultura organizacional que reconhece o erro como componente estrutural de sistemas complexos.

Ricoldi enfatiza que a subnotificação representa um dos principais obstáculos à gestão do risco, especialmente em setores onde o ritmo de trabalho é elevado e a exposição ocupacional é contínua. O autor observa que, quando os trabalhadores percebem a notificação como mecanismo punitivo, tendem a omitir incidentes, o que impede a instituição de compreender a real extensão dos riscos. Assim, a gestão do risco depende de sistemas que valorizem a

transparência, protejam o trabalhador e garantam que as informações reportadas sejam utilizadas para aprimorar processos, evitando a repetição de falhas.

Nos setores de risco químico, Paiva destaca que a notificação de respingos, falhas no acondicionamento de resíduos, vazamentos e incidentes com perfurocortantes revela padrões de vulnerabilidade frequentemente relacionados à infraestrutura inadequada ou à falta de equipamentos compatíveis. O autor demonstra que, quando esses dados são analisados de forma sistemática, a instituição passa a compreender não apenas o evento, mas o conjunto de fatores que o antecedem, permitindo intervenções mais precisas e estruturais. Dessa forma, a gestão do risco se transforma de ação reativa em estratégia preventiva.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe evidenciam que incidentes de contenção, falhas em cabines de biossegurança, ruptura de materiais ou desvios na manipulação de microrganismos devem ser consolidados em sistemas formais de notificação, porque representam riscos imediatos e acumulados para a equipe. Esses registros permitem identificar tendências, como repetição de falhas operacionais ou degradação dos equipamentos, e orientar inspeções mais direcionadas. Assim, a notificação funciona como radar que antecipa problemas e sustenta a correção oportuna das vulnerabilidades.

Lemos acrescenta que, nos setores de radiação ionizante, incidentes envolvendo falhas em intertravamentos, alterações nos níveis de radiação, deterioração das blindagens ou inconsistências nas leituras dos dosímetros devem ser imediatamente reportados. Essas ocorrências revelam anomalias que, mesmo discretas, podem resultar em exposição ocupacional cumulativa. A autora demonstra que a gestão do risco radiológico depende da capacidade de identificar rapidamente esses sinais e realizar intervenções estruturais que restabeleçam padrões seguros.

Galvão, Remigio e Lobo mostram que, na Central de Material e Esterilização, incidentes como falhas nos ciclos de esterilização, contaminação de materiais, ruptura de embalagens e erros no fluxo entre áreas limpas e contaminadas precisam entrar em sistemas formais de notificação, pois antecipam riscos que comprometem não apenas trabalhadores, mas toda a cadeia assistencial. A interpretação desses registros permite reorganizar processos, aperfeiçoar treinamentos e revisar protocolos.

A EBSEERH demonstra que a gestão do risco só se consolida quando os sistemas de notificação estão articulados a mecanismos de análise e tomada de decisão. A instituição ressalta que não basta registrar incidentes; é necessário classificá-los, identificar suas causas, propor ações corretivas e monitorar a efetividade das intervenções. Esses elementos formam um ciclo contínuo que transforma dados em segurança institucional.

Nogueira e colaboradores observam que, durante a pandemia, serviços com sistemas maduros de notificação conseguiram ajustar fluxos assistenciais com rapidez, antecipar pontos críticos e proteger trabalhadores em situações de alta pressão. Essa evidência reforça que a gestão do risco depende de informações tempestivas e confiáveis.

A análise integrada das evidências mostra que a notificação de incidentes e a gestão do risco formam sistema único, no qual a captura de dados alimenta decisões técnicas e estratégias institucionais. A maturidade desse sistema depende da cultura organizacional, da transparência dos processos e da capacidade da instituição de transformar achados em melhorias concretas. Quando a notificação é valorizada, analisada e integrada a intervenções estruturais, o ambiente hospitalar se torna mais seguro, previsível e alinhado aos princípios da biossegurança.

7.5 Práticas de Segurança da EBSEERH

As práticas de segurança desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares configuram um modelo institucional de referência, pois articulam infraestrutura, protocolos, vigilância permanente e formação contínua em um sistema que busca reduzir riscos e elevar a qualidade assistencial. A EBSEERH explica que suas diretrizes de segurança derivam de programas estruturados que incluem rotinas padronizadas, monitoramento técnico sistemático, testes periódicos e avaliações contínuas das áreas críticas, compondo uma arquitetura de proteção que integra tecnologia, comportamento profissional e gestão organizacional. Essa abordagem demonstra que a segurança não se limita à adoção de equipamentos, mas depende de processos consistentes sustentados por evidências.

No âmbito da radiação ionizante, os Programas de Garantia da Qualidade da EBSEERH destacam práticas que envolvem testes de constância, inspeção das blindagens, verificação dos

níveis de radiação ambiente, avaliação dos sistemas de intertravamento e monitoramento dos registros dosimétricos. Esses elementos asseguram que os equipamentos permaneçam dentro dos parâmetros técnicos recomendados e que a exposição ocupacional seja mantida em níveis aceitáveis. A instituição evidencia que a segurança radiológica é produto da estabilidade operacional dos equipamentos e da capacidade de identificar precocemente anomalias que poderiam resultar em exposição cumulativa.

A EBSEH também estrutura práticas de segurança voltadas à manipulação de agentes biológicos. Essas práticas incluem controle rigoroso dos ambientes laboratoriais, certificação periódica das cabines de biossegurança, supervisão da manipulação de materiais potencialmente contaminados e monitoramento do fluxo de ar em setores de contenção. As orientações dialogam com estudos de Yeung e sua equipe, que demonstram que a integridade das cabines e a organização do ambiente determinam a eficiência da contenção microbiológica. Ao alinhar rotina, infraestrutura e vigilância técnica, a instituição amplia as margens de segurança para trabalhadores que lidam diariamente com microrganismos.

No manejo de resíduos químicos e biológicos, as práticas de segurança da EBSEH incluem segregação adequada na fonte, escolha correta dos recipientes, transporte seguro entre setores, armazenamento intermediário em áreas exclusivas e rastreabilidade completa do ciclo de descarte. Paiva destaca que práticas estruturadas dessa natureza evitam contaminações cruzadas, vazamentos e acidentes com perfurocortantes. A análise evidencia que a segurança depende tanto do desempenho individual quanto da coerência dos sistemas organizacionais que sustentam a cadeia de risco.

A Central de Material e Esterilização incorpora práticas de segurança que dialogam com os achados de Galvão, Remigio e Lobo, ao estabelecer monitoramento constante dos ciclos de esterilização, validação dos indicadores biológicos, controle da integridade das embalagens e organização precisa dos fluxos entre áreas limpas e contaminadas. A EBSEH demonstra que a rastreabilidade e a repetibilidade das etapas constituem elementos centrais para evitar falhas que comprometeriam a segurança das equipes e dos pacientes.

No campo da segurança ocupacional, a instituição enfatiza processos de educação permanente, treinamentos periódicos, auditorias internas e supervisão ativa das práticas. A formação contínua busca garantir que trabalhadores compreendam o risco, adotem medidas

corretas e atualizem sua conduta conforme as mudanças tecnológicas ou organizacionais. Essa perspectiva se aproxima dos achados de Nogueira e colaboradores, que mostraram que instituições com práticas estruturadas de educação e monitoramento responderam de forma mais eficiente aos desafios impostos pela pandemia de COVID-19.

As práticas de segurança da EBSEH também incluem mecanismos de notificação interna e análise de incidentes, permitindo que eventos adversos sejam examinados em profundidade e transformados em ações corretivas consistentes. Essa estratégia está alinhada à abordagem descrita pelo Ministério da Saúde e pela OPAS, segundo a qual a segurança se fortalece quando a instituição desenvolve mecanismos de aprendizado contínuo e utiliza informações para aperfeiçoar processos e reduzir vulnerabilidades.

A síntese das evidências mostra que as práticas de segurança da EBSEH constituem modelo de maturidade institucional, porque integram vigilância técnica, sistemas organizacionais, formação profissional e monitoramento constante. Elas permitem antecipar riscos, corrigir falhas e consolidar rotinas seguras em setores com alta complexidade. Quando esses elementos funcionam de forma articulada, a instituição alcança níveis elevados de proteção, estabilidade técnica e confiabilidade assistencial, reafirmando a importância de sistemas de segurança estruturados para a biossegurança hospitalar.

CAPÍTULO 8

CONTROLE DAS INFECÇÕES RELACIONADAS À ASSISTÊNCIA À SAÚDE (IRAS)

8.1 Fundamentos epidemiológicos das IRAS

As Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde representam um dos fenômenos epidemiológicos mais relevantes para a segurança do paciente e para a proteção das equipes, porque emergem diretamente da interação entre microrganismos, práticas clínicas, condições institucionais e vulnerabilidades dos ambientes hospitalares. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, explica que as IRAS resultam do desequilíbrio entre a carga microbiana inalada, ingerida ou inoculada e a capacidade de defesa do organismo, sendo profundamente influenciadas pelo perfil de risco dos pacientes, pela qualidade das práticas assistenciais e pela estrutura dos serviços (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva enfatiza que as IRAS não são eventos aleatórios, mas expressões epidemiológicas de sistemas complexos.

Nos ambientes de atenção hospitalar, a transmissão de microrganismos ocorre por vias diretas e indiretas, incluindo contato com superfícies contaminadas, equipamentos insuficientemente desinfetados, aerossóis produzidos durante procedimentos invasivos e manipulação de materiais críticos. Galvão, Remigio e Lobo demonstram que setores como a Central de Material e Esterilização influenciam diretamente a cadeia epidemiológica das IRAS, pois a falha em ciclos de limpeza ou esterilização favorece a permanência de microrganismos em instrumentos reutilizáveis, ampliando o risco de contaminação cruzada. Assim, a epidemiologia das IRAS depende do funcionamento adequado de áreas técnicas que, à primeira vista, operam longe do campo assistencial, mas determinam a segurança de todo o processo de cuidado.

Nogueira e colaboradores mostram que, durante a pandemia de COVID-19, a dinâmica de transmissão das IRAS sofreu deslocamentos, especialmente em setores de alta rotatividade, onde o aumento da demanda assistencial reduziu o tempo de higienização entre procedimentos e elevou a exposição dos trabalhadores. A análise desses autores evidencia que a pressão assistencial funciona como modulador epidemiológico, alterando a forma como microrganismos se disseminam dentro da instituição e intensificando a necessidade de práticas rigorosas de controle.

No âmbito da biossegurança laboratorial, Yeung e sua equipe descrevem que a circulação de microrganismos dentro de ambientes diagnósticos depende da integridade das cabines de biossegurança, da eficiência dos sistemas de ventilação e da adesão a procedimentos padronizados de manipulação. Quando esses elementos falham, ocorre aumento da carga microbiana ambiental e maior probabilidade de disseminação para trabalhadores e setores adjacentes. Essa interpretação reforça que a epidemiologia das IRAS não se restringe aos setores clínicos, mas abrange também ambientes diagnósticos que participam da cadeia assistencial.

A epidemiologia das IRAS envolve ainda o comportamento do trabalhador e a forma como práticas críticas são realizadas. Ricoldi destaca que falhas na manipulação de materiais contaminados, uso inadequado dos equipamentos de proteção individual e baixa adesão à higienização das mãos funcionam como vetores epidemiológicos que ampliam a transmissão de microrganismos. O autor demonstra que a epidemiologia das IRAS depende, portanto, tanto dos fatores estruturais quanto da conduta profissional, reforçando que o risco emerge da interação entre ambiente, agente e hospedeiro.

A EBSEH acrescenta que a estabilidade dos processos assistenciais influencia diretamente o comportamento epidemiológico das IRAS. A instituição mostra que oscilações na qualidade dos equipamentos, falhas na manutenção de dispositivos de barreira, inadequações na infraestrutura e inconsistências nas rotinas assistenciais produzem ambientes com maior probabilidade de transmissão. Quando esses fatores são controlados por programas de Garantia da Qualidade, a incidência das IRAS diminui de forma significativa.

A síntese das evidências demonstra que os fundamentos epidemiológicos das IRAS derivam da interação entre microrganismos, práticas clínicas, infraestrutura hospitalar,

comportamento profissional e condições assistenciais. As IRAS são eventos preveníveis, desde que o ambiente institucional mantenha sistemas robustos de biossegurança, vigilância ativa, protocolos consistentes e cultura organizacional comprometida com a redução dos riscos. Assim, compreender sua epidemiologia é condição essencial para estruturar estratégias eficazes de prevenção, que serão aprofundadas nas seções seguintes do capítulo.

8.2 Higienização das mãos como prática central

A higienização das mãos constitui o eixo mais consolidado e determinante das estratégias de prevenção das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde, pois interrompe o principal mecanismo de transmissão cruzada de microrganismos em ambientes hospitalares. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, afirma que a higiene das mãos funciona como barreira epidemiológica de alto impacto, uma vez que reduz a transferência de agentes patogênicos entre profissionais, pacientes, superfícies e dispositivos médicos (BRASIL; OPAS, 2010). Essa interpretação revela que a higienização não é apenas uma recomendação técnica, mas um recurso que atua de forma direta sobre a dinâmica da transmissão microbiana.

Ricoldi destaca que as mãos dos profissionais constituem o vetor mais frequente de disseminação de microrganismos, especialmente em setores de alta rotatividade e em procedimentos que envolvem contato direto com fluidos corporais. A análise do autor demonstra que a higiene inadequada das mãos permite a circulação de agentes como *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus spp.* e bacilos gram-negativos resistentes, tornando o profissional um elo invisível na cadeia epidemiológica das IRAS. A higienização, portanto, desloca-se do plano comportamental para o plano epidemiológico, atuando como medida capaz de modificar o curso das infecções dentro da instituição.

O impacto da higienização é ampliado quando observada em setores como a Central de Material e Esterilização. Galvão, Remigio e Lobo mostram que falhas na higiene das mãos durante etapas como descontaminação, inspeção e montagem de materiais críticos resultam em recontaminação e perda da eficácia do processo de esterilização. Esses achados reforçam que a

prática não se limita ao contato direto com o paciente, mas influencia a segurança dos instrumentos utilizados em cirurgias e procedimentos invasivos.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe evidenciam que a higienização das mãos é indispensável mesmo em áreas que operam com cabines de biossegurança certificadas. Embora essas cabines garantam contenção mecânica dos microrganismos, a integridade dos resultados depende da capacidade dos trabalhadores de evitar a transferência de partículas biológicas entre superfícies e recipientes. A higienização adequada impede que resíduos microbianos ultrapassem as barreiras físicas e se tornem fonte de risco ocupacional.

Durante a pandemia de COVID-19, Nogueira e colaboradores observaram que instituições com rotina rigorosa de higiene das mãos apresentaram menor incidência de infecções entre profissionais, mesmo em cenários de alta pressão e grande circulação viral. Segundo os autores, a manutenção dessa prática em meio a sobrecarga assistencial demonstrou que a higienização se mantém como medida protetora robusta, capaz de compensar falhas ocasionais em outras barreiras de biossegurança.

A eficácia epidemiológica da higienização das mãos depende, entretanto, da disponibilidade de insumos, da acessibilidade dos pontos de higiene e da capacidade institucional de garantir condições adequadas para sua execução. A EBSEH enfatiza que a adesão aumenta quando há pias corretamente distribuídas, dispensadores abastecidos e soluções alcoólicas posicionadas em locais compatíveis com o fluxo de trabalho. A instituição mostra que ambientes que dificultam o acesso à higiene reduzem automaticamente a frequência da prática, independentemente da consciência dos trabalhadores.

A qualidade da higienização também é fator determinante. O Ministério da Saúde ressalta que a técnica inadequada, o tempo reduzido ou a interrupção do processo reduzem a eficácia microbiológica e mantêm agentes patogênicos viáveis nas mãos, mesmo após aparente limpeza. Isso demonstra que a higienização das mãos não é ato mecânico, mas procedimento técnico que exige domínio da técnica, atenção e compreensão dos riscos associados.

A síntese das evidências confirma que a higienização das mãos é prática central no controle das IRAS, porque interrompe cadeias de transmissão, reduz a carga microbiana ambiental e fortalece o conjunto das barreiras de biossegurança. Sua efetividade depende de

infraestrutura adequada, acessibilidade, técnica correta e cultura institucional comprometida com a segurança. Assim, a higienização das mãos constitui intervenção epidemiológica de alto impacto, cuja ausência compromete de forma imediata todo o sistema de proteção hospitalar.

8.3 Processos seguros na Central de Material e Esterilização

Os processos seguros na Central de Material e Esterilização constituem componente estruturante da prevenção das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde, porque determinam a qualidade microbiológica dos materiais utilizados em procedimentos invasivos e definem a confiabilidade de etapas críticas como limpeza, preparo, esterilização e armazenamento. Galvão, Remigio e Lobo demonstram que a CME funciona como elo intermediário entre o risco ambiental e a segurança assistencial, já que falhas em qualquer fase do processamento podem reinsserir microrganismos em instrumentos considerados estéreis, ampliando o risco de infecções associadas ao cuidado.

A etapa de limpeza é reconhecida como o ponto inicial e decisivo do processo. O Ministério da Saúde e a Organização Pan-Americana da Saúde afirmam que a remoção mecânica de sujidades orgânicas é condição indispensável para que a esterilização ocorra de forma eficaz, pois resíduos de tecido, sangue ou secreções funcionam como barreiras que impedem a ação dos agentes físicos ou químicos utilizados no ciclo (BRASIL; OPAS, 2010). Essa etapa envolve detergentes enzimáticos adequados, tempo de imersão correto e fricção manual ou mecânica eficiente. Quando negligenciada, compromete todas as etapas subsequentes, mesmo que os ciclos de esterilização ocorram dentro dos parâmetros técnicos.

Galvão, Remigio e Lobo evidenciam que a inspeção minuciosa após a limpeza é prática central, porque permite identificar danos estruturais, falhas de remoção de sujidade, irregularidades nas articulações de instrumentos e pontos que possam favorecer o acúmulo de matéria orgânica. A ausência dessa inspeção aumenta a ocorrência de materiais reprovados ao final do processo e amplia o risco de disseminação de microrganismos durante o uso clínico. A análise dos autores revela que a CME opera como setor altamente técnico, dependente de rigor e repetibilidade.

A fase de preparo exige organização criteriosa, seleção adequada das embalagens, identificação precisa dos materiais e montagem conforme recomendações do fabricante. Estudos de Galvão, Remigio e Lobo mostram que embalagens inadequadas, excesso de instrumentais por pacote ou ausência de rotulagem determinam falhas na penetração do vapor ou do agente esterilizante, resultando em ciclos inválidos. A padronização do preparo, portanto, configura etapa determinante para o desempenho seguro da esterilização.

A esterilização, por sua vez, representa o núcleo do processo. A eficácia dos ciclos depende da calibração dos equipamentos, da estabilidade térmica, da saturação do vapor e do tempo de exposição, elementos frequentemente monitorados pela EBSEH em seus Programas de Garantia da Qualidade. A instituição reforça que indicadores químicos e biológicos devem ser utilizados em todas as cargas, pois funcionam como evidência objetiva do sucesso do ciclo. A ausência de controle sistemático reduz a rastreabilidade e compromete a confiança no material esterilizado.

O armazenamento constitui etapa final, mas não menos crítica. Galvão, Remigio e Lobo explicam que embalagens esterilizadas precisam ser mantidas em ambientes limpos, secos e organizados, com controle de fluxo e prevenção de danos físicos. A circulação excessiva de pessoas, a presença de poeira ou o empilhamento inadequado comprometem a integridade das embalagens e favorecem a recontaminação. Quando essas condições não são observadas, todo o processo anterior perde eficácia.

Os achados de Nogueira e colaboradores durante a pandemia reforçam que a CME assume relevância ainda maior em contextos de elevada demanda assistencial, quando o aumento do volume de materiais pressionou os ciclos de esterilização e expôs fragilidades estruturais. Instituições que mantiveram fluxo organizado, controle rigoroso dos indicadores e supervisão contínua conseguiram evitar falhas que comprometeriam a segurança dos pacientes.

A síntese das evidências mostra que processos seguros na CME dependem de infraestrutura compatível, equipamentos calibrados, protocolos padronizados e equipes altamente capacitadas. A CME não é setor meramente operacional, mas espaço de decisão técnica que sustenta a segurança de todo o ambiente hospitalar. A efetividade das barreiras de biossegurança utilizadas no cuidado depende diretamente da solidez dos processos executados nesse setor, reafirmando seu papel estratégico na prevenção das IRAS.

8.4 Estruturas de vigilância epidemiológica

As estruturas de vigilância epidemiológica nos serviços de saúde constituem a base organizacional que permite identificar precocemente mudanças na ocorrência das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde e orientar intervenções capazes de interromper cadeias de transmissão. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, afirma que a vigilância epidemiológica deve funcionar como sistema contínuo que integra coleta de dados, análise, interpretação e implementação de medidas preventivas, assegurando que a instituição reconheça padrões de risco antes que evoluam para surtos ou eventos adversos ampliados (BRASIL; OPAS, 2010). Essa definição evidencia que a vigilância é instrumento ativo, que atua simultaneamente sobre o ambiente, os processos assistenciais e o comportamento das equipes.

A EBSEH reforça que a vigilância epidemiológica depende da existência de fluxos bem definidos de notificação, registros sistemáticos, indicadores consolidados e equipes capacitadas para interpretar a dinâmica dos riscos. A instituição mostra que sistemas eletrônicos de registro, protocolos de investigação e reuniões técnicas periódicas constituem mecanismos que garantem continuidade às ações de controle, permitindo identificar tendências que revelam fragilidades estruturais, falhas operacionais ou alterações no perfil microbiológico dos setores assistenciais. Quando esses elementos não estão integrados, a instituição perde a capacidade de reconhecer padrões e intervém apenas quando o dano já ocorreu.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe demonstram que a vigilância epidemiológica depende da capacidade de monitorar a integridade das cabines de biossegurança, da eficiência dos sistemas de ventilação e da qualidade das rotinas de manipulação de microrganismos. O aumento da carga microbiana ambiental, as falhas de contenção ou as ocorrências repetidas de desvios técnicos funcionam como marcadores epidemiológicos que exigem investigação imediata. A vigilância laboratorial, portanto, atua como extensão do sistema assistencial, oferecendo diagnóstico precoce de riscos invisíveis à prática clínica.

Nogueira e colaboradores, ao analisarem a dinâmica das infecções durante a pandemia, mostram que instituições com estruturas maduras de vigilância epidemiológica foram capazes de reorganizar fluxos, identificar setores críticos e prevenir a propagação de agentes respiratórios de alta transmissibilidade. Os achados evidenciam que a vigilância não atua apenas na identificação de casos, mas na compreensão da lógica institucional que favorece ou impede a dispersão de microrganismos. Essa perspectiva reforça que o monitoramento contínuo é componente central da resiliência organizacional.

Na Central de Material e Esterilização, Galvão, Remigio e Lobo destacam que a vigilância epidemiológica se expressa na análise dos ciclos de esterilização, na taxa de reprovação dos pacotes, na ocorrência de materiais danificados e na conformidade dos indicadores biológicos. Esses dados permitem detectar falhas que comprometeriam o ambiente cirúrgico e funcionam como indicadores indiretos da circulação de microrganismos dentro do serviço. A CME, portanto, integra o sistema de vigilância ao oferecer sinais precoces de inconsistências que podem se traduzir em risco assistencial.

A vigilância epidemiológica também depende do comportamento profissional e da adesão a protocolos. Ricoldi explica que incidentes relacionados à manipulação de materiais contaminados, uso inadequado de equipamentos de proteção ou falhas na higienização das mãos constituem eventos-sentinelas capazes de antecipar riscos maiores. Esses episódios devem ser analisados como indicadores epidemiológicos, pois revelam pontos críticos do fluxo assistencial que favorecem a transmissão de agentes infecciosos.

A síntese das evidências mostra que estruturas de vigilância epidemiológica eficazes são aquelas capazes de transformar dados dispersos em inteligência institucional. Quando coleta, análise, interpretação e ação se articulam, o hospital desenvolve capacidade real de prevenir surtos, identificar vulnerabilidades e manter padrões elevados de segurança. A vigilância torna-se, assim, componente indispensável da biossegurança e elemento estratégico para a redução sustentada das IRAS, articulando tecnologia, prática profissional e cultura organizacional em um sistema único de proteção.

8.5 Protocolos assistenciais e práticas seguras

Os protocolos assistenciais constituem a principal ferramenta para transformar conhecimentos epidemiológicos e diretrizes normativas em práticas clínicas capazes de reduzir a incidência das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde. O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, afirma que protocolos bem estruturados funcionam como instrumentos de padronização que garantem a reprodução consistente de condutas seguras, independentemente da equipe ou do turno de trabalho (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva reforça que a segurança não se estabelece apenas pela competência técnica individual, mas pela estabilidade dos processos que orientam o cuidado.

Ricoldi destaca que os protocolos assistenciais operam como mecanismos de regulação da prática clínica, pois definem etapas claras para procedimentos críticos, como aspiração de vias aéreas, administração de medicamentos intravenosos, troca de cateteres e manuseio de dispositivos invasivos. Esses protocolos reduzem a variabilidade individual, impedem improvisações e concentram a atenção dos profissionais nos pontos de maior risco de contaminação. Quando executados de forma sistemática, diminuem o número de eventos adversos decorrentes da manipulação inadequada de materiais e fluidos corporais.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe mostram que protocolos de manipulação, contenção e descarte são essenciais para evitar a circulação de microrganismos entre áreas técnicas e assistenciais. A adesão rigorosa a esses documentos impede que partículas biológicas ultrapassem barreiras físicas, reduzindo a carga microbiana ambiental e os riscos ocupacionais. Esses autores reforçam que a confiabilidade diagnóstica depende não apenas da qualidade dos equipamentos, mas da padronização das práticas que sustentam a rotina laboratorial.

A EBSE RH demonstra que protocolos assistenciais precisam estar integrados à infraestrutura, aos programas de Garantia da Qualidade e às rotinas de monitoramento. A instituição evidencia que práticas seguras incluem a verificação periódica dos dispositivos de barreira, o controle dos ciclos de esterilização, a organização criteriosa de fluxos assistenciais e o uso correto de equipamentos de proteção. Em setores como radiologia, por exemplo, a instituição orienta que a avaliação dos parâmetros técnicos, o posicionamento dos trabalhadores

e a inspeção das blindagens sejam incorporados aos protocolos para reduzir a exposição ocupacional e garantir a integridade da imagem.

Na Central de Material e Esterilização, Galvão, Remigio e Lobo mostram que protocolos que detalham a limpeza, a montagem, a esterilização e o armazenamento dos materiais reduzem falhas técnicas e evitam a recontaminação de instrumentos já processados. Esses autores evidenciam que a eficácia desses protocolos depende da clareza das instruções, da sequência lógica das etapas e da qualificação das equipes envolvidas. A ausência de padronização produz variabilidade operacional, que se traduz em maior risco de infecções pós-procedimentos.

Nogueira e colaboradores observaram que, durante a pandemia, protocolos assistenciais atualizados foram decisivos para reorganizar fluxos, definir condutas para manejo de pacientes com infecções respiratórias e proteger trabalhadores expostos a cargas virais elevadas. Esses achados demonstram que a eficácia dos protocolos depende da capacidade da instituição de revisá-los continuamente à luz de novas evidências, incorporando atualizações de modo ágil e consistente.

As práticas seguras resultantes desses protocolos incluem higienização rigorosa das mãos, uso correto dos equipamentos de proteção individual, manipulação asséptica de dispositivos invasivos, identificação adequada de materiais, manutenção da integridade das barreiras físicas e respeito aos tempos de exposição nos ciclos de esterilização. O Ministério da Saúde reforça que práticas seguras só se consolidam quando acompanhadas de supervisão ativa, formação contínua e auditorias sistemáticas que assegurem a aderência dos profissionais às recomendações (BRASIL; OPAS, 2010).

A síntese das evidências mostra que protocolos assistenciais e práticas seguras estruturam o funcionamento institucional e condicionam a proteção dos trabalhadores e pacientes. Quando baseados em evidências, revisados regularmente e incorporados ao cotidiano institucional, esses protocolos transformam o ambiente assistencial em espaço mais previsível, estável e tecnicamente confiável. A segurança, nesse contexto, não decorre de ações isoladas, mas de sistemas integrados que alinham comportamento profissional, infraestrutura adequada e vigilância epidemiológica.

CAPÍTULO 9

GESTÃO DE RESÍDUOS HOSPITALARES, SUSTENTABILIDADE E SEGURANÇA AMBIENTAL

9.1 Fluxo e classificação dos resíduos

A gestão de resíduos hospitalares inicia-se pela compreensão do fluxo interno que organiza sua geração, segregação, acondicionamento, transporte e destinação, estruturando um sistema que protege trabalhadores, pacientes e o ambiente. Paiva explica que o ponto crítico desse processo é a segregação realizada no momento da geração, porque é nesse instante que o resíduo recebe sua classificação e segue para fluxos distintos, cada um com exigências específicas de segurança. O autor evidencia que falhas nessa etapa comprometem toda a cadeia de manejo, ampliando riscos biológicos, químicos e perfurocortantes nos serviços de saúde.

O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, reforça que o fluxo adequado de resíduos depende da clareza na classificação por grupos, que inclui desde resíduos comuns até materiais contaminados, substâncias químicas perigosas, resíduos radioativos e artigos perfurocortantes (BRASIL; OPAS, 2010). Essa classificação define a necessidade de embalagens rígidas ou resistentes, rotulagem apropriada, rotas de circulação internas e requisitos diferenciados de armazenamento. A lógica do fluxo permite que os resíduos circulem por trajetórias seguras, impedindo sua mistura e reduzindo a probabilidade de acidentes ocupacionais.

Paiva detalha que os resíduos do grupo A, compostos por materiais potencialmente contaminados com agentes biológicos, devem ser imediatamente acondicionados em recipientes resistentes, dispostos próximos às áreas de geração e recolhidos por equipes treinadas. Essa etapa é decisiva porque impede que microrganismos permaneçam expostos no ambiente e reduz o risco de transmissão indireta entre setores. A classificação correta evita que resíduos infectantes sejam tratados como lixo comum, o que representaria risco epidemiológico significativo.

Os resíduos químicos, classificados no grupo B, exigem fluxo próprio, com recipientes compatíveis com a substância e armazenamento em áreas ventiladas. A análise de Paiva demonstra que a mistura inadvertida de reagentes, o descarte incorreto de soluções oxidantes ou a eliminação inadequada de medicamentos vencidos podem gerar reações perigosas, vapores tóxicos e contaminação ambiental. Essa realidade evidencia que o fluxo de resíduos químicos depende de conhecimento técnico e supervisão institucional contínua.

A classificação de materiais perfurocortantes, pertencentes ao grupo E, é apontada por Ricoldi como uma das mais sensíveis, pois esses resíduos concentram o maior número de acidentes ocupacionais relacionados a cortes e perfurações. O autor observa que a disposição imediata desses materiais em recipientes rígidos, estanques e preenchidos até o limite indicado é condição essencial para prevenir acidentes que podem resultar em exposição a HIV, hepatites virais e outros agentes patogênicos. A correta classificação desses resíduos determina o fluxo e garante que o risco seja contido na fonte.

Resíduos radioativos, mencionados pela EBSEH em seus programas de Garantia da Qualidade, exigem monitoramento específico, armazenamento temporário em locais licenciados e eliminação conforme critérios definidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear. Esse grupo de resíduos não pode circular pelos mesmos fluxos dos demais, pois envolve riscos que se estendem para além da exposição biológica ou química, incluindo irradiação direta e contaminação de superfícies. A separação desses resíduos evidencia que a gestão hospitalar depende de lógica de fluxo que incorpora múltiplas camadas de proteção.

A estruturação do fluxo interno também depende do transporte seguro dentro da instituição. O Ministério da Saúde ressalta que rotas exclusivas, horários definidos, carros fechados e equipes treinadas são elementos indispensáveis para impedir a dispersão de resíduos durante o deslocamento (BRASIL; OPAS, 2010). Quando o transporte interno ocorre de forma inadequada, o risco se desloca entre setores e afeta trabalhadores que não participam diretamente da assistência.

A síntese das evidências mostra que o fluxo e a classificação dos resíduos de serviços de saúde formam a base técnica da gestão segura. A eficácia desse processo depende da capacidade institucional de estabelecer rotinas claras, treinar equipes, manter infraestrutura adequada e garantir que cada resíduo siga a trajetória compatível com seu risco. A classificação

correta permite que o fluxo se desenvolva de maneira ordenada, prevenindo acidentes, reduzindo a exposição ocupacional e protegendo o ambiente hospitalar como um todo.

9.2 Gerenciamento interno e externo

O gerenciamento interno e externo dos resíduos hospitalares constitui eixo central das políticas de biossegurança, porque integra processos técnicos, normativos e logísticos que asseguram que cada resíduo percorra o trajeto correto desde sua geração até sua destinação final. Paiva explica que o gerenciamento interno compreende as etapas realizadas dentro da instituição, incluindo segregação, identificação, acondicionamento, armazenamento em pontos de coleta e transporte até áreas específicas. Essa fase é decisiva, pois define se o fluxo de resíduos será eficiente, seguro e compatível com a classificação estabelecida na fonte.

O Ministério da Saúde, em cooperação com a Organização Pan-Americana da Saúde, afirma que o gerenciamento interno precisa ser sustentado por rotinas padronizadas, inspeções sistemáticas e formação contínua das equipes, já que qualquer inadequação na identificação ou no acondicionamento pode gerar contaminação cruzada, acidentes ocupacionais ou riscos ambientais (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva ressalta que o gerenciamento interno não é apenas atividade operacional, mas processo estratégico que exige articulação entre setores assistenciais, limpeza, CME, laboratórios e equipes de apoio.

No âmbito dos resíduos químicos, Paiva mostra que o gerenciamento interno deve garantir isolamento adequado, armazenamento em ambientes ventilados e contenção de vazamentos, evitando que substâncias incompatíveis se misturem. Essa etapa depende do uso correto de recipientes certificados, rótulos padronizados e fichas de segurança atualizadas, que orientam o manejo e o transporte seguro. A ausência desses elementos amplia o risco de reações químicas indesejadas, dispersão de vapores tóxicos e contaminação de trabalhadores.

O gerenciamento interno dos resíduos radioativos é descrito pela EBSERH em seus Programas de Garantia da Qualidade, que orientam a monitoração constante das áreas, a utilização de recipientes blindados e o armazenamento temporário em instalações licenciadas. Essa lógica garante que os resíduos permaneçam confinados até que atinjam níveis seguros de

decaimento, evitando exposição acidental ou contaminação de superfícies. A instituição destaca que a rastreabilidade é elemento indispensável tanto para a segurança quanto para o cumprimento das exigências regulatórias.

Quando o gerenciamento interno é finalizado, inicia-se o gerenciamento externo, que envolve coleta, transporte, tratamento e disposição final fora da instituição. O Ministério da Saúde evidencia que essa fase depende da atuação de empresas licenciadas, veículos adequados e rotas de transporte previamente definidas, que garantam a integridade das embalagens e evitem a liberação de resíduos durante o deslocamento (BRASIL; OPAS, 2010). A articulação entre gestão interna e externa é elemento fundamental para impedir que o risco seja simplesmente transferido para outros espaços.

Paiva destaca que o gerenciamento externo dos resíduos químicos e biológicos exige tecnologias específicas de tratamento, como incineração, descontaminação química, autoclavação ou processos combinados, conforme o tipo de resíduo e o risco associado. A ausência de tratamento adequado aumenta a probabilidade de contaminação ambiental, afeta recursos hídricos e compromete a saúde de populações vulneráveis. Essa realidade reforça que a segurança hospitalar só se completa quando o tratamento final dos resíduos ocorre em conformidade com critérios técnicos e ambientais.

O Ministério da Saúde e a OPAS ressaltam ainda que o gerenciamento externo de resíduos perfurocortantes e infectantes precisa garantir que embalagens não sejam reabertas, compactadas ou manipuladas de modo inadequado. Quando essas práticas são negligenciadas, resíduos que deveriam permanecer confinados retornam ao ambiente, expondo trabalhadores da coleta, catadores e comunidades inteiras. O gerenciamento externo, portanto, representa extensão do compromisso institucional com a biossegurança.

A síntese das evidências mostra que o gerenciamento interno e externo dos resíduos hospitalares é processo integrado, que exige precisão na identificação, regularidade no fluxo, equipes capacitadas e infraestrutura compatível. Falhas em qualquer etapa comprometem toda a cadeia de segurança e ampliam riscos ocupacionais, ambientais e assistenciais. A efetividade da gestão depende, portanto, de sistemas articulados que conectem instituições, tecnologias, legislações e práticas profissionais em um único circuito de proteção ambiental e sanitária.

9.3 Impactos ambientais e ocupacionais

Os impactos ambientais e ocupacionais associados aos resíduos de serviços de saúde resultam da interação entre práticas inadequadas de manejo, condições estruturais deficitárias e processos institucionais que não acompanham a complexidade dos materiais gerados em hospitais. Paiva demonstra que resíduos químicos, biológicos e perfurocortantes apresentam potencial de contaminação elevado, tanto para trabalhadores diretamente envolvidos no manejo quanto para o ambiente externo. Segundo o autor, os danos começam na origem, quando a segregação incorreta mistura resíduos com propriedades e riscos distintos, dificultando o tratamento adequado e ampliando a probabilidade de acidentes.

O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, explica que o impacto ambiental ocorre quando resíduos são descartados de forma inadequada, contaminando solos, sistemas hídricos e áreas de circulação humana (BRASIL; OPAS, 2010). Essa contaminação pode ser imediata, como no caso de vazamentos de substâncias químicas, ou progressiva, como ocorre com agentes biológicos que permanecem viáveis por longos períodos no ambiente. O impacto ocupacional, por sua vez, decorre principalmente da exposição direta dos trabalhadores durante o manejo, coleta, transporte e tratamento, sendo influenciado pelo tipo de resíduo, pela frequência de manipulação e pelo uso correto de equipamentos de proteção individual.

Ricoldi enfatiza que resíduos perfurocortantes representam um dos principais vetores de acidentes ocupacionais, porque mantêm risco de inoculação mesmo após sua disposição em recipientes inadequados. A manipulação incorreta desses materiais expõe trabalhadores a vírus como HIV, HBV e HCV, cujas consequências ultrapassam o campo biológico e se estendem ao impacto psicológico, social e profissional do trabalhador acidentado. A análise do autor evidencia que o impacto ocupacional não é apenas estatístico, mas profundamente humano.

Nos laboratórios, Yeung e sua equipe demonstram que resíduos contendo microrganismos de alta patogenicidade apresentam risco ampliado quando processos de contenção falham. A integridade das cabines de biossegurança, a adequada vedação dos recipientes e a manutenção dos sistemas de ventilação são determinantes para evitar que partículas biológicas se dispersem no ambiente. A falha em qualquer componente desse sistema

transforma resíduos laboratoriais em fonte significativa de contaminação para profissionais, visitantes e setores adjacentes.

A EBSERH reforça que resíduos radioativos, comuns em serviços de diagnóstico e radioterapia, geram impactos que ultrapassam a esfera biológica e envolvem risco físico decorrente da irradiação direta ou da contaminação de superfícies. A instituição orienta que esses resíduos sejam armazenados temporariamente até atingir níveis seguros de decaimento, pois a destinação imprópria compromete o ambiente e expõe trabalhadores a doses acumuladas de radiação. A presença desses resíduos evidencia que a gestão hospitalar não lida apenas com riscos infecciosos e químicos, mas com múltiplas naturezas de impacto.

Paiva acrescenta que resíduos químicos descartados inadequadamente podem alcançar redes de esgoto, cursos d'água e solos, alterando ecossistemas e provocando intoxicação de fauna e flora. Solventes, reagentes oxidantes e fármacos com atividade biológica elevada representam ameaça ambiental significativa quando não passam por processos de neutralização ou tratamento especializado. Os efeitos ambientais, nesse caso, tornam-se de longo prazo, muitas vezes imperceptíveis no momento do descarte, mas profundamente danosos à saúde pública.

Do ponto de vista ocupacional, Nogueira e colaboradores mostraram que, durante a pandemia, o aumento do volume de resíduos biológicos elevou a frequência de acidentes e sobrecarregou sistemas de coleta interna. A pressão assistencial gerou condições que facilitaram falhas de manejo e expuseram trabalhadores a cargas microbianas elevadas. Esses achados demonstram que o impacto ocupacional é condicionado por fatores institucionais e não apenas por características intrínsecas dos resíduos.

A síntese das evidências indica que os impactos ambientais e ocupacionais decorrem da interação entre tipologia dos resíduos, condições de manejo, infraestrutura institucional e comportamento profissional. A gestão segura depende de sistemas integrados que controlem a circulação dos resíduos, reduzam a exposição dos trabalhadores e impeçam que materiais perigosos alcancem o ambiente externo. Quando o gerenciamento é falho, os danos se multiplicam em cadeia, comprometendo a saúde humana, o ambiente e a integridade dos ecossistemas.

9.4 Normativas e exigências técnicas

As normativas e exigências técnicas que regulam o manejo de resíduos de serviços de saúde formam o arcabouço regulatório que orienta a segurança ocupacional, a proteção ambiental e a responsabilidade institucional. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, destaca que essas normas estabelecem critérios mínimos para segregação, acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final, garantindo que cada resíduo seja gerido de forma compatível com seu risco específico (BRASIL; OPAS, 2010). O conjunto normativo funciona como eixo estruturante da biossegurança, pois harmoniza práticas internas com padrões nacionais e internacionais.

Ricoldi reforça que a Norma Regulamentadora nº 32 constitui marco regulatório central, ao disciplinar medidas de proteção à saúde dos trabalhadores expostos a riscos biológicos, químicos e perfurocortantes. A norma define exigências como uso obrigatório de recipientes rígidos para materiais perfurocortantes, rotulagem adequada dos resíduos e estruturação de fluxos internos que evitem a circulação de materiais perigosos por áreas não autorizadas. A análise do autor mostra que o cumprimento da NR-32 exige compromisso institucional, supervisão ativa e integração entre setores.

Para os resíduos químicos, Paiva evidencia que as exigências técnicas incluem fichas de segurança atualizadas, recipientes compatíveis com cada substância, áreas de armazenamento ventiladas e rotinas de inspeção que previnam vazamentos e reações perigosas. O autor observa que o manejo inadequado desses resíduos desrespeita padrões legais e expõe trabalhadores, ambiente e comunidade. Assim, as exigências técnicas funcionam como parâmetros mínimos para evitar danos de grande magnitude.

No campo da radiação ionizante, as exigências técnicas são detalhadas em documentos da EBSEH, especialmente nos Programas de Garantia da Qualidade. Essas orientações incluem calibração periódica dos equipamentos, monitoramento dos níveis de radiação, inspeção das blindagens, uso apropriado de dosímetros e armazenamento seguro de resíduos radioativos até o decaimento adequado. A instituição demonstra que o cumprimento dessas

normas é decisivo para minimizar exposições ocupacionais e garantir segurança física e ambiental.

As normativas também abrangem o gerenciamento externo. O Ministério da Saúde e a OPAS afirmam que empresas responsáveis pela coleta e transporte de resíduos devem possuir licença ambiental, veículos apropriados, rotas definidas e documentação que assegure a rastreabilidade completa do material perigoso (BRASIL; OPAS, 2010). Essa exigência impede que resíduos potencialmente contaminantes circulem sem controle ou que sejam descartados de forma irregular em áreas não autorizadas.

Galvão, Remigio e Lobo mostram que, na Central de Material e Esterilização, as exigências técnicas incluem monitoramento rigoroso dos ciclos de esterilização, manutenção dos equipamentos, validação periódica dos indicadores biológicos e garantia de que as embalagens utilizadas sejam compatíveis com o método de esterilização. Essas exigências têm impacto direto na segurança assistencial, pois evitam falhas que poderiam comprometer a esterilidade dos materiais.

Nos laboratórios, Yeung e sua equipe destacam que as normativas internacionais enfatizam certificação periódica das cabines de biossegurança, manutenção dos sistemas de ventilação, inspeção do fluxo de ar e conformidade com padrões de contenção. Esses requisitos estruturam práticas que reduzem a liberação de microrganismos no ambiente e protegem trabalhadores expostos a agentes de alta patogenicidade.

A síntese das evidências demonstra que as normativas e exigências técnicas não operam como documentos estáticos, mas como sistemas dinâmicos que sustentam a segurança institucional. Seu cumprimento exige formação contínua, auditorias permanentes, documentação rigorosa e cultura organizacional orientada para a prevenção. Quando esses elementos se articulam, as instituições alcançam maior previsibilidade, reduzem riscos e asseguram que o manejo dos resíduos esteja alinhado aos princípios da biossegurança e da sustentabilidade.

9.5 Estratégias de sustentabilidade hospitalar

As estratégias de sustentabilidade hospitalar constituem dimensão inseparável da gestão dos resíduos de serviços de saúde, porque articulam proteção ambiental, eficiência operacional e segurança ocupacional em um único sistema de governança. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, afirma que ações sustentáveis devem ser concebidas a partir de uma perspectiva integrada, na qual cada etapa do manejo de resíduos está conectada ao impacto produzido sobre o ambiente e sobre as condições de trabalho (BRASIL; OPAS, 2010). Essa abordagem reforça que sustentabilidade hospitalar não se limita ao cumprimento de exigências normativas, mas implica organização sistêmica orientada para a redução de danos ambientais e sanitários.

Paiva explica que uma das estratégias centrais consiste em aprimorar a segregação na origem, pois a separação correta dos resíduos reduz o volume de materiais perigosos, diminui custos de tratamento e evita que resíduos contaminados sejam encaminhados para fluxos incompatíveis. A segregação eficiente permite minimizar o uso de tecnologias de alto impacto ambiental, como incineração, que permanecem indispensáveis para resíduos infecciosos e químicos, mas não devem ser aplicadas a materiais de baixo risco. Essa ação representa um dos pontos mais acessíveis e eficazes para promover sustentabilidade.

O gerenciamento interno, quando associado a rotinas de inspeção, treinamento contínuo e infraestrutura adequada, amplia a capacidade institucional de prevenir a dispersão de substâncias perigosas no ambiente. A EBSEH destaca que práticas sustentáveis incluem adoção de recipientes compatíveis com o risco, escolha de materiais de acondicionamento com menor impacto ambiental e manutenção preventiva dos sistemas de contenção. Essas medidas reduzem perdas, vazamentos e episódios de contaminação que demandariam intervenções corretivas e ampliariam o passivo ambiental da instituição.

No campo da radiação ionizante, a EBSEH enfatiza que o armazenamento temporário seguro de resíduos radioativos até o decaimento adequado evita descartes prematuros e reduz o risco ambiental associado à radiação. Essa estratégia demonstra que sustentabilidade hospitalar também envolve escolhas técnicas que visam preservar o ambiente e proteger trabalhadores expostos a longos períodos de manipulação desses materiais. A rastreabilidade rigorosa, elemento recorrente nos Programas de Garantia da Qualidade, reforça essa lógica.

Yeung e sua equipe evidenciam que, nos ambientes laboratoriais, estratégias sustentáveis incluem otimização da contenção, manutenção adequada das cabines de biossegurança, controle de fluxos de ar e prevenção da liberação de partículas biológicas no ambiente. Quando esses sistemas funcionam de forma estável, há redução significativa dos riscos ambientais decorrentes da dispersão de microrganismos, e diminui-se a necessidade de descontaminações extensas ou intervenções emergenciais que geram impacto adicional.

Ricoldi ressalta que a proteção ocupacional, quando articulada às estratégias ambientais, constitui fundamento ético da sustentabilidade, porque ambientes seguros para trabalhadores tendem a produzir menor carga de resíduos acidentais e evitar exposições que demandariam tratamentos especializados. A adoção correta de equipamentos de proteção individual, a organização dos fluxos de trabalho e a conformidade às rotinas técnicas reduzem a produção de resíduos gerados por falhas operacionais e contribuem para a estabilização do sistema de biossegurança.

Do ponto de vista da gestão externa, o Ministério da Saúde e a OPAS indicam que a contratação de empresas licenciadas, a definição de rotas seguras e o uso de tecnologias de tratamento compatíveis com o tipo de resíduo são estratégias fundamentais para garantir sustentabilidade ao longo de todo o ciclo (BRASIL; OPAS, 2010). Quando o gerenciamento externo falha, resíduos perigosos podem alcançar áreas ambientalmente sensíveis, comprometer ecossistemas e gerar danos irreversíveis. A sustentabilidade, portanto, extrapola as fronteiras da instituição e envolve responsabilidade socioambiental ampla.

Paiva acrescenta que práticas de educação permanente, auditorias ambientais e avaliação contínua do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde consolidam um ciclo de melhoria que mantém a instituição alinhada às melhores práticas de segurança e sustentabilidade. Essas ações promovem aprendizado institucional, corrigem lacunas operacionais e fortalecem a cultura de responsabilidade ambiental.

A síntese das evidências demonstra que estratégias de sustentabilidade hospitalar dependem de decisões técnicas, organizacionais e educativas que articulam biossegurança, gestão de riscos e responsabilidade ambiental. Quando essas estratégias se tornam dimensão permanente da rotina institucional, o hospital alcança maior eficiência, reduz impactos

ambientais e consolida práticas assistenciais alinhadas a um modelo de cuidado responsável e seguro.

CAPÍTULO 10

EDUCAÇÃO PERMANENTE E FORMAÇÃO PROFISSIONAL EM BIOSSEGURANÇA

10.1 Competências essenciais para atuação segura

A atuação segura em biossegurança exige que os profissionais desenvolvam um conjunto de competências que articulem conhecimento técnico, julgamento crítico e condutas éticas orientadas à proteção individual e coletiva. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, destaca que essas competências envolvem compreender os riscos presentes no ambiente assistencial, diferenciar condições de perigo iminente e aplicar medidas de controle compatíveis com cada tipo de exposição (BRASIL; OPAS, 2010). Essa visão reforça que a biossegurança não se reduz ao cumprimento mecânico de normas, mas depende de profissionais capazes de interpretar situações complexas e ajustar suas práticas de forma consciente.

Ricoldi enfatiza que o domínio da NR-32 constitui a base das competências para atuação segura, pois fornece parâmetros para lidar com riscos biológicos, químicos e perfurocortantes. Para o autor, compreender a norma envolve reconhecer suas exigências, interpretar sua lógica de proteção e aplicá-la de forma coerente nos diferentes contextos de trabalho. Esse domínio inclui saber identificar pontos críticos, manipular materiais contaminados com técnica adequada e adotar condutas imediatas diante de incidentes, reduzindo a possibilidade de transmissão microbiana ou exposição a substâncias perigosas.

As competências essenciais também abrangem conhecimento sobre rotinas de contenção, medidas de barreira e fluxos seguros. Yeung e sua equipe mostram que, em ambientes laboratoriais, o profissional precisa dominar a lógica da contenção, compreender o funcionamento das cabines de biossegurança, interpretar resultados de testes de certificação e reconhecer falhas que comprometam a integridade do ambiente. Esse conjunto de habilidades

demonstra que a competência técnica exige capacidade de leitura do ambiente e não apenas execução de tarefas.

No campo da esterilização e do processamento de materiais, Galvão, Remigio e Lobo evidenciam que a atuação segura requer domínio dos ciclos de limpeza, preparo, esterilização e armazenamento, além de capacidade para identificar irregularidades que possam comprometer a esterilidade. Segundo os autores, profissionais competentes reconhecem sinais sutis de falhas, como alteração na integridade das embalagens, inconsistências nos indicadores químicos ou variações na organização dos fluxos entre áreas limpas e contaminadas.

A EBSEH reforça que a competência para atuar com radiação ionizante envolve compreender parâmetros físicos, interpretar leituras dosimétricas, identificar anomalias nos equipamentos, reconhecer limitações das blindagens e adotar posicionamentos seguros. Essas habilidades são indispensáveis porque pequenas variações em parâmetros técnicos podem determinar exposições cumulativas que só se manifestam a longo prazo. A instituição mostra que profissionais bem formados conseguem antecipar problemas e acionar protocolos corretivos rapidamente.

No manejo de substâncias químicas e resíduos perigosos, Paiva demonstra que a competência segura abrange conhecer propriedades das substâncias manipuladas, interpretar fichas de segurança, identificar incompatibilidades químicas e realizar segregação correta na fonte. Essa competência exige atenção contínua, pois erros aparentemente simples podem resultar em reações químicas perigosas, liberações de vapores tóxicos ou acidentes envolvendo perfurocortantes.

Nogueira e colaboradores observam que situações de crise, como a pandemia, evidenciam a importância das competências relacionais, incluindo comunicação clara, tomada de decisão rápida e capacidade de reorganizar práticas em cenários de pressão assistencial elevada. Essas habilidades reforçam que a biossegurança também envolve dimensões cognitivas e comportamentais que permitem adaptar condutas, proteger equipes e manter a continuidade dos serviços.

A síntese das evidências mostra que as competências essenciais para atuação segura combinam domínio normativo, habilidade técnica, leitura crítica do ambiente, postura

preventiva e capacidade de resposta diante de emergência. Essas competências sustentam a proteção dos trabalhadores e dos pacientes, fortalecem a cultura institucional de biossegurança e asseguram que as práticas hospitalares ocorram dentro de padrões elevados de qualidade e segurança.

10.2 Práticas formativas e simulação realística

A qualificação profissional em biossegurança demanda práticas formativas que transcendam o modelo transmissivo e favoreçam a internalização de condutas seguras por meio de experiências concretas, reflexivas e contextualizadas. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, indica que a formação voltada à biossegurança deve integrar teoria, técnica e vivência prática, de modo que o profissional compreenda não apenas o protocolo, mas a lógica que sustenta cada medida de prevenção (BRASIL; OPAS, 2010). Essa abordagem evidencia que a educação permanente precisa construir autonomia crítica, consolidando atitudes que se mantenham mesmo diante de rotinas intensas ou cenários de pressão assistencial.

Ricoldi afirma que as práticas formativas são mais eficazes quando vinculadas aos riscos reais do ambiente de trabalho, permitindo que o profissional reconheça vulnerabilidades, identifique falhas e desenvolva capacidade de tomada de decisão. Segundo o autor, treinamentos que permanecem restritos a exposições teóricas tendem a produzir comportamentos mecânicos e pouco responsivos a situações imprevistas. A formação que articula aprendizagem situada possibilita que o trabalhador compreenda o sentido das normas e adapte sua conduta de forma segura.

A simulação realística é um dos recursos pedagógicos mais eficientes para consolidar competências em biossegurança, porque permite replicar incidentes, reproduzir erros comuns e testar a capacidade de resposta das equipes sem gerar risco real. Galvão, Remigio e Lobo demonstram que cenários simulados envolvendo falhas nos ciclos de esterilização, contaminação cruzada ou manejo inadequado de materiais críticos auxiliam os profissionais a identificar pontos vulneráveis e a ajustar seus procedimentos a partir da observação direta das consequências. A simulação, portanto, transforma a aprendizagem em experiência vivida.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe evidenciam que a simulação realística contribui para o treinamento em contenção microbiológica, testando habilidades como manipulação segura, resposta a derramamentos acidentais e conduta diante de falhas nas cabines de biossegurança. A prática permite que os trabalhadores desenvolvam reflexos adequados e compreendam a importância dos princípios físicos que regem a contenção. A simulação também fortalece o julgamento técnico, pois expõe os profissionais a situações em que a escolha inadequada de conduta pode comprometer a segurança de toda a equipe.

A EBSEH incorpora práticas formativas que incluem treinamentos periódicos, demonstrações supervisionadas, exercícios práticos e atualização contínua sobre riscos emergentes. A instituição reforça que formações frequentes são decisivas, porque a biossegurança é campo dinâmico, marcado por mudanças tecnológicas, introdução de novos equipamentos e atualização normativa. A formação contínua garante que os profissionais permaneçam alinhados aos critérios institucionais e às melhores evidências disponíveis.

Paiva ressalta que a educação permanente em resíduos químicos e perigosos precisa contemplar experimentação controlada, na qual os profissionais aprendem a identificar incompatibilidades entre substâncias, reconhecer sinais de risco e executar protocolos de contenção. Esses exercícios permitem reduzir erros no manuseio de reagentes e aprimorar a segregação na fonte, fortalecendo a cadeia preventiva da instituição.

Nogueira e colaboradores demonstraram que, durante a pandemia, instituições que possuíam programas de simulação estruturados responderam mais rapidamente às mudanças na dinâmica assistencial, ajustando fluxos, reorganizando práticas e capacitando profissionais para lidar com cargas virais elevadas. A simulação desempenhou papel estratégico para preparar equipes para situações inéditas, mostrando que a educação permanente é determinante para a resiliência institucional.

A síntese das evidências revela que práticas formativas e simulação realística constituem ferramentas indispensáveis para consolidar competências em biossegurança. Esses processos permitem que os profissionais experimentem, analisem, reajam e aprimorem suas condutas antes de enfrentarem situações reais, fortalecendo a cultura de segurança e aprimorando a qualidade assistencial. Quando integradas à rotina institucional, essas práticas transformam a

formação em processo contínuo, ativo e profundamente conectado às exigências dos serviços de saúde.

10.3 Desafios da capacitação no setor público

A capacitação em biossegurança no setor público enfrenta desafios estruturais, organizacionais e pedagógicos que dificultam a consolidação de práticas seguras de forma contínua. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, explica que a formação permanente depende de políticas institucionais estáveis e de financiamento adequado, pois programas de qualificação não se sustentam apenas por iniciativas isoladas ou ações eventuais (BRASIL; OPAS, 2010). A ausência de investimentos regulares compromete tanto a atualização dos profissionais quanto a capacidade das instituições de incorporar tecnologias e metodologias formativas compatíveis com a complexidade dos riscos presentes nos serviços de saúde.

Ricoldi observa que grande parte dos desafios resulta da sobrecarga assistencial e da rotatividade das equipes, que dificultam a participação dos trabalhadores em atividades formativas. Segundo o autor, a pressão cotidiana por produtividade reduz o tempo disponível para treinamentos e impede que profissionais assimilem conceitos essenciais para o manejo seguro de riscos biológicos, químicos e perfurocortantes. Essa condição cria um paradoxo: quanto maior a demanda assistencial, maior a necessidade de capacitação; contudo, é justamente nesses momentos que a formação se torna menos acessível.

Paiva evidencia que, no campo dos resíduos químicos e perigosos, a limitação de recursos materiais e de infraestrutura torna a capacitação ainda mais complexa. Muitos serviços públicos operam com deficiências de insumos básicos, como recipientes adequados, fichas de segurança atualizadas e espaços apropriados para armazenamento. A falta desses elementos prejudica a aprendizagem prática e impede que profissionais vivenciem rotinas de segurança em condições reais. Desse modo, a capacitação não pode ser dissociada de investimentos estruturais.

A EBSERH demonstra que, mesmo em instituições com políticas robustas de qualificação, persistem desafios relacionados à distribuição desigual de oportunidades formativas entre diferentes setores. Serviços como radiologia, laboratório e CME recebem treinamentos mais frequentes devido ao alto risco técnico, enquanto unidades de menor visibilidade podem receber menor atenção, apesar de igualmente suscetíveis a incidentes. Essa assimetria formativa cria discrepâncias internas que comprometem a padronização das condutas.

Yeung e sua equipe destacam que a formação em biossegurança requer atualização constante, especialmente em ambientes laboratoriais onde processos, equipamentos e protocolos são alterados de forma contínua. O desafio no setor público é garantir que essa atualização alcance todos os profissionais, e não apenas grupos restritos. A dispersão das equipes, associada à limitação de recursos humanos, dificulta a implementação de programas regulares de certificação e recertificação em contenção microbiológica.

Nogueira e colaboradores evidenciam que, durante a pandemia, a necessidade urgente de capacitação ampliou os desafios históricos do setor público, pois muitos serviços precisaram treinar rapidamente grandes contingentes de trabalhadores em temas como uso correto de EPI, manejo de pacientes infectados e gestão de fluxos. A ausência de estruturas formativas consolidadas dificultou respostas rápidas, revelando que a capacitação no setor público precisa ser permanente, e não ativada apenas em situações emergenciais.

Além dos desafios estruturais, existe dimensão cultural que impacta diretamente a formação. Galvão, Remigio e Lobo observam que ambientes onde a biossegurança não é tratada como eixo central da assistência tendem a reduzir a adesão dos profissionais aos treinamentos e minimizar a importância das práticas seguras. A cultura institucional, portanto, determina em grande medida o sucesso das ações de capacitação. Sem envolvimento das lideranças, supervisão ativa e valorização do aprendizado contínuo, os resultados permanecem superficiais.

A síntese das evidências indica que os desafios da capacitação no setor público não decorrem de um único fator, mas de uma combinação de limitações estruturais, organizacionais, culturais e pedagógicas. A superação desses desafios exige políticas de Estado, investimentos contínuos, fortalecimento das estruturas formativas e incorporação de metodologias que tornem o aprendizado significativo e aplicável à realidade dos serviços. A capacitação, entendida como

processo permanente, constitui componente indispensável para consolidar práticas seguras e reduzir riscos nos ambientes hospitalares.

10.4 Cultura de aprendizagem contínua

A consolidação de uma cultura de aprendizagem contínua é condição estruturante para que a biossegurança deixe de ser apenas um conjunto de normas e se transforme em prática institucional incorporada ao cotidiano de trabalho. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, afirma que sistemas de saúde seguros dependem de instituições que valorizam a atualização constante, promovem reflexão crítica sobre o trabalho e oferecem espaços para que profissionais revisem hábitos, analisem incidentes e desenvolvam novas competências ao longo da carreira (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva desloca a formação do campo episódico para o campo permanente, reforçando que aprendizado e segurança caminham inseparavelmente.

Ricoldi observa que a aprendizagem contínua exige uma postura ativa dos trabalhadores, que precisam reconhecer os riscos inerentes às suas atividades e ajustar suas práticas a partir das mudanças tecnológicas, dos novos protocolos e das lições extraídas de incidentes reais. Segundo o autor, ambientes que tratam a capacitação como evento isolado tendem a produzir profissionais com condutas rígidas e pouco adaptáveis, enquanto instituições que cultivam aprendizagem contínua desenvolvem equipes mais críticas, sensíveis aos riscos e capazes de responder com maior precisão às diferentes situações do cuidado.

Nos setores laboratoriais, Yeung e sua equipe mostram que a cultura de aprendizagem contínua é determinante, porque as práticas de contenção microbiológica dependem da constante atualização sobre patógenos emergentes, funcionamento das cabines de biossegurança, monitoramento ambiental e calibração de equipamentos. O estudo do grupo evidencia que, quando o conhecimento técnico não é atualizado, práticas que antes eram consideradas seguras tornam-se insuficientes diante de novos riscos, comprometendo tanto a segurança ocupacional quanto a confiabilidade diagnóstica.

A EBSERH demonstra que a institucionalização da aprendizagem contínua inclui criação de rotinas formativas, supervisão educativa, revisão periódica de protocolos e incentivo à participação dos profissionais em programas de qualificação. A instituição ressalta que esses elementos favorecem ambientes de trabalho mais estáveis, ampliam a adesão às práticas seguras e diminuem a variabilidade operacional. Quando o aprendizado é incorporado como valor institucional, os trabalhadores tendem a desenvolver maior consciência dos riscos e maior responsabilidade com a segurança coletiva.

Nogueira e colaboradores evidenciam que, durante a pandemia, a capacidade das instituições de atualizar rapidamente suas equipes, revisar protocolos e adaptar fluxos assistenciais funcionou como marcador da maturidade da cultura formativa. Serviços que já mantinham práticas contínuas de aprendizado conseguiram reorganizar suas rotinas com maior agilidade, enquanto instituições sem essa cultura enfrentaram maior dificuldade para responder a novas demandas, atualizar condutas e manter a segurança das equipes.

Galvão, Remigio e Lobo destacam que, na Central de Material e Esterilização, a aprendizagem contínua é essencial para garantir que os profissionais acompanhem as inovações nos métodos de esterilização, compreendam alterações nos indicadores químicos ou biológicos e reconheçam falhas que necessitam de correção imediata. Esse processo formativo reduz a ocorrência de erros repetitivos e fortalece a capacidade de análise crítica das equipes, ampliando a confiabilidade dos materiais processados.

Paiva acrescenta que, no manejo de resíduos químicos e perigosos, a aprendizagem contínua permite que os trabalhadores ajustem suas práticas conforme novas substâncias são incorporadas, tecnologias de tratamento são atualizadas e normativas ambientais sofrem alterações. A ausência de atualização implica risco direto, pois práticas que antes eram adequadas podem se tornar obsoletas diante de novos cenários de risco.

A síntese das evidências demonstra que a cultura de aprendizagem contínua não é resultado de iniciativas isoladas, mas de um projeto institucional que promove reflexão, atualização e qualificação permanente. Quando incorporada ao cotidiano, essa cultura transforma a biossegurança em eixo estruturante do trabalho, fortalece a prevenção de incidentes, amplia a capacidade técnica das equipes e consolida ambientes mais seguros, previsíveis e alinhados às melhores evidências científicas.

10.5 Impacto da formação na adesão às práticas seguras

O impacto da formação na adesão às práticas seguras constitui elemento decisivo para transformar diretrizes de biossegurança em ações consistentes no cotidiano de trabalho. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, reforça que a adesão depende menos da simples existência de normas e mais da capacidade das instituições de oferecer formação contínua, contextualizada e coerente com os riscos reais dos serviços (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva indica que a segurança não emerge espontaneamente: ela é resultado da combinação entre conhecimento atualizado, confiança institucional e compreensão crítica das consequências associadas à não conformidade.

Ricoldi enfatiza que trabalhadores que compreendem a lógica da NR-32, suas exigências e seu fundamento técnico apresentam maior probabilidade de aderir às medidas de proteção, porque reconhecem o sentido preventivo das ações. Para o autor, a adesão é facilitada quando os profissionais dominam conceitos como risco biológico, compatibilidade química, manejo seguro de perfurocortantes e uso adequado de equipamentos de proteção individual. A formação, nesse caso, amplia a percepção do risco e fortalece comportamentos consistentes.

A influência direta da formação sobre a adesão também é evidenciada por Souza e colaboradores, que analisaram profissionais de residência multiprofissional em um hospital e mostraram que a qualificação sistemática resulta em maior precisão na execução das rotinas de biossegurança. Os autores demonstram que treinamentos regulares aumentam o entendimento das etapas de limpeza, desinfecção e esterilização, melhoram a técnica de manipulação de materiais e reduzem erros que poderiam comprometer a segurança de toda a equipe. A pesquisa evidencia que a formação não atua apenas sobre o conhecimento, mas modifica a prática concreta no ambiente assistencial.

No campo dos resíduos químicos e perigosos, Paiva mostra que trabalhadores treinados apresentam maior aderência às rotinas de segregação, rastreabilidade e acondicionamento adequado. A formação permite que compreendam compatibilidades químicas, identifiquem sinais de risco e reconheçam quando devem acionar protocolos de contenção. Esse conjunto de

habilidades reduz episódios de derramamento, reações indesejadas e acidentes que decorrem do manejo inadequado.

A EBSEERH demonstra que programas de capacitação contínua, associados à supervisão educativa e à revisão periódica de protocolos, ampliam a adesão em setores de alta complexidade, como laboratórios, radiologia e Central de Material e Esterilização. A instituição mostra que equipes submetidas a processos formativos regulares apresentam maior uniformidade técnica, menor variabilidade nos procedimentos e maior comprometimento com a estabilidade das rotinas. Esses elementos evidenciam que a formação funciona como mecanismo de harmonização interna e de qualificação das práticas.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe indicam que a adesão depende da compreensão dos princípios de contenção, da lógica física das cabines de biossegurança e da consciência de que falhas técnicas podem resultar em dispersão microbiana. Trabalhadores que recebem treinamento contínuo desenvolvem maior sensibilidade para identificar microfalhas, ajustar posicionamentos e revisar condutas, demonstrando que a adesão não é apenas cumprimento de regra, mas capacidade de leitura do ambiente.

Nogueira e colaboradores mostraram que, durante a pandemia, a formação rápida e intensiva foi determinante para manter a adesão às práticas de proteção em um cenário marcado por carga assistencial elevada e risco ampliado de exposição. A capacidade de treinar equipes numerosas em curto prazo fortaleceu o uso correto de equipamentos de proteção individual, aprimorou condutas frente a casos suspeitos e reduziu a incidência de contaminação ocupacional. Esses achados confirmam que a formação tem impacto direto e mensurável na segurança das equipes.

Galvão, Remigio e Lobo destacam que, na Central de Material e Esterilização, a adesão às práticas seguras depende da capacidade dos profissionais de compreenderem a importância da sequência técnica, dos indicadores químicos e biológicos e das condições de armazenamento. A formação ajuda a consolidar esse entendimento, evitando desvios operacionais que comprometem ciclos de esterilização e aumentam riscos de recontaminação.

A síntese das evidências demonstra que a formação influencia decisivamente a adesão às práticas seguras porque transforma conhecimento em ação, amplia a consciência dos riscos,

reduz erros e fortalece a cultura institucional de biossegurança. A adesão emerge, portanto, como resultado de uma formação que articula teoria, prática e reflexão crítica. Quando sustentada por políticas consistentes, a educação permanente torna a instituição mais segura, previsível e alinhada aos princípios da proteção coletiva.

CAPÍTULO 11

GOVERNANÇA, LIDERANÇA E GESTÃO DO RISCO

11.1 Governança clínica aplicada à biossegurança

A governança clínica aplicada à biossegurança estrutura-se como mecanismo institucional que orienta decisões, supervisiona práticas assistenciais e garante que protocolos de segurança sejam plenamente incorporados ao cuidado. O Ministério da Saúde, em conjunto com a OPAS, destaca que a governança depende de sistemas capazes de integrar vigilância, padronização, avaliação e melhoria contínua, articulando diferentes setores em torno de um mesmo compromisso: reduzir riscos e assegurar proteção aos trabalhadores e aos pacientes (BRASIL; OPAS, 2010). Essa perspectiva desloca a biossegurança do plano exclusivamente operacional para o plano estratégico da gestão institucional.

A EBSEH demonstra que a governança clínica requer estruturas formais de responsabilidade, que incluem comissões de segurança, núcleos de qualidade, equipes multiprofissionais de vigilância e gestores capazes de analisar indicadores, interpretar não conformidades e promover ajustes sistemáticos nas rotinas. O Caderno de Segurança do Trabalho da instituição indica que a governança se fortalece quando há clareza sobre atribuições, fluxos definidos e mecanismos de monitoramento capazes de identificar rapidamente desvios que comprometam a segurança coletiva (EBSEH, 2022). Esse modelo evidencia que proteger trabalhadores não é tarefa fragmentada, mas resultado de coordenação institucional refinada.

Ricoldi explica que a NR-32, ao estabelecer diretrizes para a segurança e saúde nos serviços de saúde, fornece base normativa essencial para a governança clínica, pois delimita responsabilidades, define padrões mínimos de proteção e orienta o planejamento estratégico das ações de biossegurança. Para o autor, a governança depende da capacidade de transformar a NR-32 em prática articulada, compatível com a realidade do serviço e continuamente revisada

à luz das evidências (RICOLDI, 2010). Essa leitura demonstra que a norma não deve ser tratada como documento de consulta pontual, mas como instrumento vivo que organiza a gestão do risco.

No âmbito internacional, a governança clínica em biossegurança se apoia em padrões que qualificam a contenção, a avaliação de risco e o monitoramento contínuo das condições de trabalho. O Canadian Biosafety Standard, em sua terceira edição, descreve governança como processo sistemático que define competências, distribui responsabilidades e garante que procedimentos laboratoriais sejam executados de maneira consistente e verificável (CANADA, 2022). Ao incorporar elementos como certificação periódica, planos de resposta a incidentes e avaliações de risco documentadas, o padrão canadense reforça que a governança precisa estar sustentada por documentação robusta e práticas auditáveis.

Siegel e colaboradores, ao discutirem as diretrizes norte-americanas de precauções de isolamento, mostram que a governança em biossegurança depende da capacidade institucional de alinhar práticas clínicas às melhores evidências disponíveis, evitando variabilidade operacional que comprometa o controle de infecções. Os autores indicam que decisões institucionais bem fundamentadas funcionam como eixo de estabilidade, orientando condutas uniformes e garantindo que diferentes setores mantenham padrões convergentes de segurança (SIEGEL et al., 2007). Assim, a governança atua para harmonizar expectativas, condutas e responsabilidades.

A governança clínica também exige integração efetiva entre lideranças e equipes, pois a adesão às práticas de segurança depende da credibilidade das decisões institucionais e da transparência dos processos. A EBSE RH destaca que lideranças treinadas e presentes contribuem para consolidar uma cultura de segurança sustentada por comunicação clara, supervisão técnica e capacidade de responder rapidamente a incidentes. Quando gestores assumem papel ativo na biossegurança, ampliam a confiança das equipes, fortalecem a adesão aos protocolos e reduzem comportamentos de risco.

A síntese das evidências mostra que a governança clínica é elemento estruturante da biossegurança hospitalar ao articular normas, processos, responsabilidades e tomada de decisão baseada em evidências. A governança eficiente transforma diretrizes em rotina, assegura que cada setor esteja alinhado às exigências de proteção e sustenta um ciclo contínuo de avaliação

e melhoria. Ao integrar padrões nacionais e internacionais a práticas institucionais consistentes, a governança clínica torna-se fundamento indispensável para ambientes hospitalares seguros, previsíveis e alinhados às melhores práticas científicas.

11.2 Liderança e responsabilidade institucional

A liderança desempenha papel decisivo na consolidação da biossegurança como valor institucional e prática cotidiana. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, afirma que instituições que cultivam lideranças técnicas, acessíveis e comprometidas apresentam maior capacidade de transformar diretrizes em rotinas consistentes, pois a segurança depende de decisões que articulam análise de risco, planejamento e supervisão contínua (BRASIL; OPAS, 2010). A liderança, nesse contexto, não se limita ao exercício formal da gestão, mas envolve presença ativa nos processos, clareza nos direcionamentos e compromisso com a proteção dos trabalhadores.

A EBSEERH reforça que a responsabilidade institucional se materializa por meio de políticas claras de prevenção, definição de responsabilidades e apoio constante às equipes que atuam em áreas críticas. O Caderno de Segurança do Trabalho destaca que instituições seguras investem em comunicação transparente, processos de supervisão educativa e mecanismos de resposta rápida a incidentes. Esse conjunto de ações demonstra que a liderança tem função estruturante na criação de ambientes confiáveis, nos quais os trabalhadores percebem que a instituição valoriza sua integridade física e mental (EBSEERH, 2022). Esse reconhecimento fortalece a adesão aos protocolos e reduz a naturalização de comportamentos de risco.

Ricoldi explica que a NR-32 estabelece fundamentos que orientam a responsabilidade institucional, determinando que gestores identifiquem perigos, avaliem riscos e garantam condições adequadas de trabalho. Para o autor, a liderança eficaz é aquela que compreende a norma em sua totalidade, integra suas diretrizes ao planejamento organizacional e monitora sua aplicação de forma sistemática. Essa leitura mostra que a biossegurança não depende exclusivamente da conduta individual, mas da solidez das estruturas que sustentam as práticas profissionais, tornando a liderança peça chave na prevenção de acidentes e exposições.

A literatura internacional reforça esse entendimento. O Canadian Biosafety Standard apresenta a liderança institucional como componente central da gestão do risco, afirmando que diretores e chefias devem assegurar recursos, supervisionar a conformidade e estabelecer mecanismos de responsabilização quando medidas de biossegurança são negligenciadas (CANADA, 2022). Esse modelo evidencia que a liderança eficaz combina atitude preventiva, capacidade de tomada de decisão e compromisso com a melhoria contínua dos sistemas de proteção.

Siegel e colaboradores, ao discutirem a implementação das diretrizes de isolamento nos serviços de saúde, mostram que a adesão às práticas seguras aumenta quando as lideranças atuam como mediadoras entre as evidências científicas e as rotinas clínicas. Os autores ressaltam que gestões ausentes ou distantes favorecem variabilidade operacional, dificultam a comunicação de riscos e ampliam a probabilidade de falhas relacionadas ao comportamento profissional. Em contrapartida, lideranças presentes e tecnicamente competentes promovem estabilidade e orientam condutas alinhadas às melhores práticas (SIEGEL et al., 2007).

A responsabilidade institucional também inclui oferecer condições materiais e estruturais que permitam a aplicação dos protocolos de biossegurança. Paiva demonstra que, no manejo de resíduos químicos e perigosos, a falta de equipamentos adequados, recipientes padronizados e fichas de segurança atualizadas compromete a execução das rotinas e transfere para o trabalhador a responsabilidade por riscos que deveriam ser geridos pela instituição. Esse descompasso enfraquece a cultura de segurança e evidencia que a liderança precisa garantir o suporte necessário para que a prática segura seja viável.

Nogueira e colaboradores identificaram que, durante a pandemia, a postura das lideranças foi determinante para o enfrentamento dos riscos ampliados. Instituições cujo corpo gestor atuou de forma integrada, comunicando protocolos com clareza e oferecendo suporte emocional e técnico às equipes, apresentaram maior estabilidade operacional e menor incidência de falhas. Esses achados mostram que a liderança, quando orientada pela biossegurança, fortalece a resiliência institucional e protege trabalhadores em cenários de incerteza.

A síntese das evidências demonstra que liderança e responsabilidade institucional constituem pilares estratégicos da biossegurança. Sem líderes tecnicamente preparados,

comprometidos e presentes no cotidiano da assistência, protocolos permanecem como normas formais, desvinculadas da prática real. Quando a liderança assume a biossegurança como eixo da gestão, cria condições para que os trabalhadores atuem com segurança, reduz a variabilidade das condutas e consolida ambientes hospitalares que operam de forma mais previsível, estável e protegida.

11.3 Indicadores de monitoramento e avaliação

O monitoramento sistemático dos riscos e das práticas de biossegurança constitui eixo estruturante da governança clínica, pois permite que decisões institucionais se fundamentem em evidências concretas e não apenas em percepções subjetivas. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, estabelece que indicadores confiáveis funcionam como ferramentas de leitura do sistema, capazes de revelar fragilidades operacionais, medir a efetividade das intervenções e orientar processos de melhoria contínua (BRASIL; OPAS, 2010). Assim, a avaliação deixa de ser exercício burocrático para se tornar mecanismo de qualificação permanente das práticas assistenciais.

O Caderno de Segurança do Trabalho da EBSEERH apresenta indicadores que buscam avaliar tanto a adesão dos trabalhadores quanto o desempenho institucional, incluindo frequência de acidentes com material biológico, uso correto de equipamentos de proteção, conformidade nas rotinas de esterilização e taxa de incidentes notificados. Esses indicadores permitem identificar setores mais vulneráveis, ajustar processos e quantificar avanços, demonstrando que sistemas de avaliação bem estruturados produzem evidências indispensáveis para a tomada de decisão (EBSEERH, 2022). Quando esses dados circulam de forma transparente, ampliam a capacidade das lideranças de agir de forma preventiva.

Ricoldi destaca que a aplicação da NR-32 exige sistemas de verificação contínua, com indicadores capazes de monitorar não apenas a ocorrência de acidentes, mas a efetividade das medidas de prevenção. Avaliar somente eventos adversos produz visão limitada do risco, porque não revela falhas sutis na rotina que podem gerar incidentes futuros. Para o autor, o monitoramento adequado exige combinar indicadores de processo, como conformidade nas

rotinas de limpeza e organização de materiais, com indicadores de resultado, como redução de acidentes e aumento da adesão às medidas de proteção.

No campo internacional, o Canadian Biosafety Standard descreve indicadores como elemento estruturante dos programas de biossegurança, enfatizando a necessidade de avaliações documentadas, protocolos de certificação periódica, monitoramento ambiental e revisão sistemática dos dispositivos de contenção (CANADA, 2022). Esse modelo evidencia que indicadores precisos não apenas revelam falhas, mas também funcionam como instrumento de rastreabilidade, permitindo reconstruir eventos, analisar causas e implementar ações corretivas de forma mais eficiente.

Siegel e colaboradores mostram que, no controle de infecções, indicadores bem definidos auxiliam na avaliação da efetividade das precauções de isolamento, permitindo comparar desempenho entre setores, identificar padrões de falhas e medir o impacto de intervenções específicas. Para os autores, indicadores confiáveis reduzem a variabilidade das condutas e contribuem para alinhar as práticas assistenciais às melhores evidências disponíveis, fortalecendo a governança institucional na prevenção de transmissões (SIEGEL et al., 2007).

A EBSEH complementa esse entendimento ao demonstrar que a análise sistemática de indicadores permite compreender tendências, antecipar problemas e monitorar mudanças decorrentes de treinamentos, reorganizações estruturais ou revisões de protocolos. Quando combinados à educação permanente, indicadores funcionam como retroalimentação para os programas formativos, indicando quais temas precisam ser reforçados e quais setores requerem supervisão mais intensa.

Paiva acrescenta que, no gerenciamento de resíduos químicos e perigosos, indicadores como segregação correta, falhas de acondicionamento e frequência de incidentes com substâncias incompatíveis ajudam a medir a maturidade institucional e a orientar ações de adequação. Esses dados permitem identificar setores que operam com maior risco e avaliar se as medidas preventivas estão sendo absorvidas de forma consistente pelas equipes.

A síntese das evidências demonstra que indicadores de monitoramento e avaliação constituem instrumentos indispensáveis para sustentar decisões, aprimorar práticas e consolidar a cultura institucional de biossegurança. Quando utilizados de forma crítica e sistemática, esses

indicadores permitem que a instituição compreenda seu próprio desempenho, identifique vulnerabilidades antes que se tornem eventos adversos e fortaleça a segurança dos trabalhadores e dos pacientes. Assim, o monitoramento deixa de ser uma etapa final do processo para se tornar elemento central da governança clínica e da gestão do risco.

11.4 Tomada de decisão baseada em evidências

A tomada de decisão baseada em evidências constitui um dos pilares mais robustos da gestão do risco em biossegurança, pois orienta escolhas institucionais que consideram dados concretos, diretrizes técnicas e análises sistemáticas do ambiente de trabalho. O Ministério da Saúde, em parceria com a OPAS, afirma que decisões seguras dependem da capacidade de interpretar informações provenientes da vigilância, dos protocolos assistenciais e dos resultados de monitoramento, de modo que cada ação institucional se apoie em fundamentos verificáveis e não apenas em percepções subjetivas (BRASIL; OPAS, 2010). Esse princípio cria condições para que a biossegurança seja conduzida com racionalidade e previsibilidade.

Lemos demonstra que a tomada de decisão precisa considerar a natureza técnica dos riscos, especialmente em áreas que envolvem radiações ionizantes. Segundo a autora, decisões mal fundamentadas podem comprometer tanto a proteção individual quanto a integridade dos equipamentos, gerando exposições cumulativas que só se tornam perceptíveis a longo prazo. A interpretação adequada dos limites operacionais, dos testes de qualidade e das evidências relacionadas ao desempenho dos dispositivos de proteção ajuda a garantir respostas proporcionais ao risco real. Assim, decisões informadas estabelecem a diferença entre intervenções eficazes e medidas que, embora bem-intencionadas, produzem efeitos limitados.

Ricoldi reforça que a NR-32 funciona como base normativa indispensável para decisões institucionais, uma vez que delimita critérios que orientam práticas de biossegurança e define padrões mínimos de proteção. Para o autor, a tomada de decisão baseada em evidências exige que gestores leiam a norma com profundidade, compreendam sua relação com os ambientes de cuidado e integrem seus princípios à rotina assistencial. Isso significa que decisões não devem emergir de interpretações fragmentadas, mas de análises que reconhecem a interdependência entre riscos biológicos, químicos, físicos e organizacionais.

A EBSEERH evidencia que decisões fundamentadas requerem análise contínua de indicadores e revisão periódica dos protocolos, especialmente em setores de alta complexidade. A instituição demonstra que decisões seguras surgem quando há integração entre monitoramento, auditorias internas e avaliação de não conformidades. Esse conjunto de elementos possibilita que gestores identifiquem padrões de vulnerabilidade, proponham ajustes e implementem intervenções que ampliem a proteção das equipes. A prática revela que conduzir decisões com base em evidências fortalece a confiabilidade institucional e reduz a variabilidade das condutas.

Em nível internacional, o Canadian Biosafety Standard oferece diretrizes que reforçam o valor de decisões fundamentadas em avaliações documentadas de risco, testes de desempenho dos equipamentos de contenção e análises específicas sobre novas tecnologias. O padrão canadense mostra que a tomada de decisão eficaz exige rastreabilidade, documentação clara e justificativas técnicas para cada medida implementada. Ao incentivar decisões que podem ser auditadas e revisadas, o modelo reforça a necessidade de rigor metodológico na gestão da biossegurança (CANADA, 2022).

A literatura sobre resíduos hospitalares também demonstra a importância das evidências para orientar decisões. Malik analisa cenários em que a ausência de critérios técnicos para a gestão de resíduos perigosos gera impactos ambientais, riscos ocupacionais e sobrecarga de sistemas de armazenamento. Para o autor, decisões equivocadas, tomadas sem análise de evidências químicas e ambientais, ampliam a probabilidade de acidentes, reações indesejadas e contaminação cruzada. A interpretação cuidadosa das propriedades das substâncias, associada a protocolos robustos, garante que decisões institucionais mantenham coerência com a complexidade dos riscos envolvidos.

Siegel e colaboradores acrescentam que decisões fundamentadas em evidências científicas reduzem a variabilidade das condutas clínicas e favorecem práticas assistenciais alinhadas ao controle de infecções. Os autores demonstram que escolhas baseadas em protocolos validados ampliam a consistência entre setores e fortalecem a comunicação institucional, já que as decisões passam a refletir consenso técnico e não apenas preferências individuais. Esse alinhamento é determinante para garantir previsibilidade na resposta a incidentes e eficiência nos protocolos de isolamento.

A síntese das evidências indica que a tomada de decisão baseada em evidências representa eixo estratégico da biossegurança ao reduzir incertezas, fortalecer a gestão do risco e promover intervenções proporcionais à gravidade das situações. Quando sustentada por dados, normas, avaliação contínua e análise crítica, a decisão institucional torna-se mais precisa, eficaz e coerente com a complexidade dos serviços de saúde. A evidência não apenas orienta o que deve ser feito, mas determina como e por que cada medida é implementada, garantindo que a biossegurança opere com solidez técnica e consistência ética.

11.5 Comunicação e transparência na gestão do risco

A comunicação desempenha papel estruturante na gestão do risco em biossegurança porque define a forma como informações críticas circulam entre setores, orientam decisões e moldam comportamentos profissionais. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, destaca que instituições capazes de comunicar riscos de forma clara e tempestiva apresentam maior estabilidade operacional, pois reduzem ambiguidades e garantem que profissionais compreendam o significado, a justificativa e a expectativa associada a cada protocolo de segurança (BRASIL; OPAS, 2010). A comunicação, portanto, não é acessória, mas elemento central para transformar políticas de biossegurança em práticas efetivas.

A EBSEH reforça esse entendimento ao demonstrar que a transparência na gestão do risco amplia a confiança das equipes e favorece a adesão aos protocolos. A instituição evidencia que unidades onde informações sobre incidentes, indicadores e processos de auditoria são compartilhados com clareza tendem a apresentar menor variabilidade técnica e maior participação dos trabalhadores na identificação de vulnerabilidades. A transparência, nessa perspectiva, cria ambiente em que o risco não é ocultado ou minimizado, mas tratado como responsabilidade coletiva que demanda vigilância contínua (EBSEH, 2022).

No campo normativo, Ricoldi observa que a NR-32 estabelece parâmetros que dependem diretamente da comunicação interna, pois a gestão dos riscos biológicos, químicos e físicos exige que trabalhadores sejam informados sobre perigos específicos, rotas de exposição e condutas preventivas. Segundo o autor, quando as informações não circulam adequadamente, surgem interpretações divergentes que fragilizam a segurança institucional. A transparência,

portanto, funciona como mecanismo que harmoniza o entendimento da equipe e reduz a probabilidade de comportamentos individuais incompatíveis com a proteção coletiva.

A literatura internacional reforça esse papel. O Canadian Biosafety Standard afirma que a comunicação clara e documentada constitui um dos critérios centrais de maturidade em biossegurança, pois permite que decisões sejam justificadas, rastreadas e auditadas (CANADA, 2022). O padrão enfatiza que laboratórios e serviços de saúde devem manter canais formais de registro, atualização de protocolos, notificações de incidentes e divulgação de análises de risco. Essa lógica aumenta a previsibilidade institucional e fortalece a confiança entre setores, reduzindo falhas relacionadas ao desconhecimento de orientações técnicas.

Siegel e colaboradores destacam que, no controle de infecções, a comunicação eficaz é indispensável para garantir coerência entre a prática clínica e as evidências que orientam precauções de isolamento. Para os autores, protocolos de isolamento perdem eficácia quando trabalhadores recebem informações fragmentadas ou contraditórias sobre as rotinas de barreira. A comunicação clara, contínua e alinhada às diretrizes científicas reduz a variabilidade da prática e contribui para respostas mais homogêneas diante de incidentes ou surtos (SIEGEL et al., 2007).

A responsabilidade pela transparência também envolve comunicar falhas, não conformidades e resultados de auditorias de forma que as equipes compreendam o impacto das suas ações. Estudos conduzidos por Galvão, Remigio e Lobo mostram que, na Central de Material e Esterilização, a melhoria da comunicação entre setores e lideranças reduz falhas repetitivas e fortalece a consistência dos processos de esterilização. A clareza na transmissão de informações possibilita ajustes operacionais mais rápidos e diminui o risco de recontaminação.

Nogueira e colaboradores evidenciam que, durante a pandemia, a comunicação tempestiva foi determinante para orientar fluxos, reorganizar práticas e garantir a segurança dos trabalhadores frente à rápida evolução do risco biológico. A ausência de comunicação clara gerou insegurança, improvisações e aumento da exposição ocupacional. Em contraste, instituições capazes de comunicar protocolos com precisão mantiveram maior estabilidade assistencial.

A síntese das evidências demonstra que a comunicação e a transparência constituem pilares essenciais da gestão do risco em biossegurança. Quando integradas à governança clínica, permitem que informações circulem sem ruídos, que decisões sejam compreendidas em sua totalidade e que trabalhadores reconheçam seu papel na proteção coletiva. A comunicação eficaz transforma o risco em objeto de análise compartilhada e fortalece uma cultura institucional onde a biossegurança funciona como responsabilidade de todos.

CAPÍTULO 12

TENDÊNCIAS E DESAFIOS EMERGENTES EM BIOSSEGURANÇA

12.1 Consequências da pandemia para as políticas de biossegurança

A pandemia de COVID-19 representou um marco de inflexão nas políticas de biossegurança ao expor, de forma simultânea, fragilidades estruturais, limites organizacionais e a necessidade de revisão profunda das práticas de proteção nos serviços de saúde. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, afirma que o período pandêmico evidenciou a distância entre normativas formais e as condições reais de trabalho, demonstrando que políticas de biossegurança precisam ser dinâmicas, responsivas e sustentadas por estruturas de educação contínua e monitoramento permanente (BRASIL; OPAS, 2010). A pandemia transformou a biossegurança de requisito normativo em exigência estratégica, articulada tanto à segurança ocupacional quanto à continuidade assistencial.

Nogueira e colaboradores analisaram como o contexto pandêmico alterou profundamente as práticas de biossegurança, mostrando que a sobrecarga assistencial, a velocidade da transmissão viral e a imprevisibilidade dos cenários ampliaram a relevância de medidas como uso correto de equipamentos de proteção individual, reorganização de fluxos e fortalecimento de rotinas de higienização. Os autores evidenciam que instituições com políticas maduras de biossegurança responderam de forma mais rápida e coesa, enquanto ambientes com estruturas frágeis enfrentaram maior vulnerabilidade ocupacional. Esses achados confirmam que políticas robustas de biossegurança funcionam como eixo de resiliência institucional.

A literatura internacional reforça essa perspectiva ao demonstrar que padrões globais de proteção passaram por revisões aceleradas. O Canadian Biosafety Standard, por exemplo, foi utilizado como referência para adaptações emergenciais nos processos de contenção, atualização de protocolos e revisão de procedimentos laboratoriais que poderiam amplificar riscos de transmissão (CANADA, 2022). O padrão canadense evidencia que crises

epidemiológicas exigem que políticas de biossegurança incorporem mecanismos de revisão ágil, capazes de ajustar rotinas ao cenário epidemiológico em constante transformação.

No campo das práticas clínicas, Siegel e colaboradores apontam que a pandemia demandou atualização imediata das precauções de isolamento, adaptando critérios de transmissibilidade, distanciamento e barreiras de proteção para um patógeno de alta propagação e com características inicialmente pouco conhecidas (SIEGEL et al., 2007). A necessidade de revisões rápidas demonstrou que políticas de biossegurança não podem permanecer estáticas, mas devem operar com flexibilidade metodológica, sustentadas por vigilância científica contínua.

Malik acrescenta que a pandemia ampliou os riscos relacionados aos resíduos hospitalares, especialmente aqueles contaminados por agentes virais e produtos químicos utilizados para desinfecção intensificada. O autor demonstra que a ausência de protocolos robustos de segregação e acondicionamento agravou impactos ambientais e aumentou riscos ocupacionais, tornando evidente que políticas de biossegurança precisam integrar dimensões sanitárias, ambientais e organizacionais (MALIK, 2025). Assim, a pandemia fortaleceu a necessidade de políticas intersetoriais que articulem saúde pública, meio ambiente e gestão hospitalar.

A EBSEH destaca que a pandemia acelerou a incorporação de sistemas de monitoramento, plataformas digitais para capacitação e mecanismos de comunicação rápida entre unidades hospitalares. Esses elementos passaram a fazer parte das políticas institucionais, revelando que a governança em biossegurança precisa ser sustentada por estruturas tecnológicas que favoreçam rastreabilidade, agilidade na implementação de protocolos e maior padronização entre setores.

A pandemia também evidenciou a importância da formação contínua e da capacidade de atualizar rotinas em curto prazo. Souza e colaboradores mostraram que equipes submetidas a capacitações frequentes responderam com maior precisão técnica às demandas do período, reforçando que políticas de biossegurança eficazes dependem diretamente da educação permanente e da supervisão educativa. A aprendizagem contínua tornou-se componente indispensável das políticas públicas de proteção.

A síntese das evidências demonstra que a pandemia produziu efeitos duradouros nas políticas de biossegurança ao reforçar a necessidade de flexibilidade normativa, revisão constante de protocolos, fortalecimento da governança institucional, modernização tecnológica e investimento contínuo em formação profissional. Ao revelar vulnerabilidades sistêmicas, o período pandêmico ampliou o entendimento de que biossegurança não pode ser tratada como conjunto rígido de normas, mas como política viva, sustentada por vigilância técnico-científica, atualização permanente e compromisso institucional com a proteção coletiva.

12.2 Ambientes híbridos, digitalização e riscos emergentes

A expansão dos ambientes híbridos e a crescente digitalização dos processos assistenciais redefiniram o cenário da biossegurança ao introduzir novos riscos, ampliar a complexidade das rotinas e exigir reconfigurações nas políticas institucionais de proteção. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, afirma que a convergência entre práticas presenciais e digitais exige modelos de biossegurança capazes de incorporar tanto riscos tradicionais quanto riscos mediados por tecnologias, como falhas de rastreabilidade, vulnerabilidades informacionais e impactos decorrentes da automatização de processos (BRASIL; OPAS, 2010). Assim, a digitalização não substitui a biossegurança clássica; ela a expande, demandando novas competências e modalidades de governança.

O Canadian Biosafety Standard demonstra que, em ambientes com fluxo intensivo de dados, a segurança depende tanto da integridade das informações quanto da contenção física de agentes biológicos. O padrão canadense argumenta que laboratórios e serviços de saúde devem adotar mecanismos avançados de registro, monitoramento eletrônico e validação de procedimentos, garantindo que dados críticos sobre riscos, incidentes e contenção estejam acessíveis e auditáveis. Essa perspectiva amplia o entendimento de biossegurança ao integrar elementos de segurança informacional às medidas tradicionais de proteção (CANADA, 2022).

Nos serviços de saúde brasileiros, a digitalização dos fluxos clínicos introduziu desafios adicionais relacionados à gestão de resíduos químicos e biológicos. Malik observa que a incorporação acelerada de tecnologias, como sistemas automatizados de desinfecção, novos materiais químicos e plataformas digitais de monitoramento, aumenta a necessidade de

avaliação contínua dos impactos ambientais e ocupacionais (MALIK, 2025). De acordo com o autor, a modernização tecnológica pode reduzir erros humanos, mas também cria vulnerabilidades associadas ao uso inadequado de reagentes, falhas de calibragem e dependência excessiva de sistemas que, quando não monitorados, comprometem rotinas de segurança.

Em setores como laboratórios clínicos, Yeung e sua equipe destacam que ambientes híbridos combinam manipulação física de agentes biológicos com sistemas automatizados de análise, criando riscos emergentes relacionados a falhas de contenção, interrupções em equipamentos digitais e perda de integridade dos fluxos de ar, especialmente quando sistemas eletrônicos de controle sofrem instabilidade. Os autores mostram que a coexistência de processos manuais e digitais exige treinamento específico, capacidade de interpretar dados de sensores e compreensão profunda da interação entre tecnologia e segurança.

A digitalização também impacta os serviços de esterilização e processamento de materiais. Galvão, Remigio e Lobo apontam que sistemas digitais de rastreabilidade e indicadores eletrônicos ampliaram a precisão do monitoramento dos ciclos de esterilização, porém introduziram riscos relacionados à falha de comunicação entre dispositivos ou à leitura inadequada de parâmetros. A segurança, nesse contexto, depende de profissionais capazes de interpretar dados digitais com criticidade e de verificar fisicamente inconsistências identificadas pelo sistema.

A EBSEH demonstra que ambientes hospitalares digitalizados apresentam riscos emergentes associados à dependência de plataformas eletrônicas para o registro de acidentes, monitoramento de indicadores e comunicação interna. A instituição destaca que falhas de conectividade ou inconsistências nos sistemas podem gerar atrasos na notificação de incidentes, prejudicar o fluxo de informações e comprometer a resposta institucional em situações de risco. Assim, a digitalização amplia a necessidade de redundância operacional e de protocolos que garantam continuidade mesmo diante de instabilidades tecnológicas.

A análise da NR-32 reforça que a digitalização não substitui a necessidade de medidas clássicas de proteção. Ricoldi argumenta que, mesmo com sistemas eletrônicos avançados, a manipulação de agentes biológicos, substâncias químicas e fontes de radiação requer condutas seguras, supervisão técnica e avaliação contínua dos riscos. A norma permanece como eixo de

proteção, orientando a integração equilibrada entre tecnologia, segurança física e práticas profissionais.

Nogueira e colaboradores evidenciam que a pandemia acelerou a adoção de ambientes híbridos e plataformas digitais, especialmente para capacitação, atualização de protocolos e reorganização de fluxos assistenciais. As instituições que já possuíam infraestrutura tecnológica consolidada responderam de forma mais eficiente às demandas emergenciais, enquanto ambientes com infraestrutura precária enfrentaram maior descontinuidade operacional. Esses achados reforçam que a digitalização constitui componente estratégico da biossegurança contemporânea, desde que sustentada por políticas de formação e governança técnica.

A síntese das evidências demonstra que ambientes híbridos e digitalização introduzem riscos emergentes que reconfiguram a biossegurança, exigindo modelos integrados de proteção que considerem simultaneamente riscos físicos, biológicos, químicos e informacionais. A modernização tecnológica, quando articulada à formação permanente, ao monitoramento contínuo e à governança robusta, fortalece a capacidade institucional de antecipar riscos, responder a incidentes e garantir segurança em cenários cada vez mais complexos e dinâmicos.

12.3 Automação, inteligência artificial e rastreabilidade

A incorporação de automação e inteligência artificial nos serviços de saúde ampliou de forma significativa as possibilidades de rastreabilidade, padronização de rotinas e vigilância contínua dos riscos, ao mesmo tempo em que introduziu novos desafios para a biossegurança. O Ministério da Saúde, em cooperação com a OPAS, reconhece que a adoção dessas tecnologias exige redefinir modelos de governança e fortalecer estruturas capazes de integrar dados digitais, práticas assistenciais e protocolos de contenção (BRASIL; OPAS, 2010). A automação, nesse sentido, não deve ser entendida apenas como inovação operacional, mas como elemento estratégico para ampliar a confiabilidade dos processos e antecipar riscos emergentes.

No campo laboratorial, Yeung e sua equipe demonstram que dispositivos automatizados ampliaram a precisão na manipulação de amostras e reduziram a exposição direta a agentes biológicos, ao transferir etapas críticas para estruturas mecanizadas. Entretanto, os autores

mostram que a automação introduz riscos relacionados a falhas de calibração, interrupções no fluxo de ar, erros de leitura e limitações na capacidade humana de identificar microfalhas quando o sistema se torna excessivamente opaco. Isso significa que, embora a automação reduza riscos imediatos, ela gera dependência tecnológica que precisa ser equilibrada com supervisão humana qualificada.

A EBSERH destaca que sistemas automatizados de monitoramento, incorporados a setores como Central de Material e Esterilização, radiologia e laboratórios clínicos, ampliaram a rastreabilidade ao permitir registro contínuo de parâmetros, notificações automáticas de falhas e integração com sistemas de auditoria. Contudo, a instituição evidencia que a automação só é efetiva quando acompanhada de validação periódica, atualização constante e capacidade de interpretar criticamente as informações geradas. A rastreabilidade depende tanto da máquina quanto da competência humana em avaliar a coerência dos dados.

No que se refere à inteligência artificial, Malik observa que a análise automatizada de padrões, os algoritmos preditivos e as plataformas de aprendizagem de máquina podem antecipar tendências de risco, identificar combinações perigosas de resíduos químicos e prever aumento de demanda em setores críticos (MALIK, 2025). Entretanto, o autor alerta que esses sistemas precisam operar com bases de dados consistentes e atualizadas, pois algoritmos treinados com informações incompletas podem gerar decisões inadequadas ou interpretações que desconsiderem nuances dos ambientes hospitalares. A IA, portanto, atua como ferramenta complementar, e não como substituta da análise humana.

O Canadian Biosafety Standard reforça essa perspectiva ao afirmar que sistemas automatizados de contenção, controle de pressão e monitoramento ambiental devem operar com redundância programada e verificações independentes, garantindo que falhas eletrônicas não se transformem em rupturas de barreiras de biossegurança (CANADA, 2022). O padrão internacional orienta que sistemas inteligentes sejam acompanhados por planos de contingência manual, assegurando que a segurança não dependa exclusivamente das tecnologias. Essa lógica amplia o entendimento de rastreabilidade ao integrá-la à capacidade institucional de responder a falhas tecnológicas inesperadas.

A automação também reconfigura a gestão da radiação ionizante. Lemos demonstra que dispositivos automatizados de controle de dose, monitores digitais e sistemas de bloqueio

reduzem os riscos cumulativos, mas exigem que trabalhadores compreendam seus limites operacionais e a lógica física dos mecanismos de proteção. Quando falhas não são detectadas por supervisão humana, a exposição ocupacional pode permanecer oculta, reforçando a necessidade de rastreabilidade múltipla e auditável. Assim, automação e IA ampliam a segurança desde que integradas a processos humanos de verificação e análise crítica.

Galvão, Remigio e Lobo evidenciam que sistemas automatizados de rastreabilidade na CME reduziram erros no fluxo de esterilização, aumentaram a previsibilidade dos ciclos e fortaleceram a detecção precoce de falhas. Entretanto, os autores reforçam que, quando profissionais depositam confiança excessiva nos sistemas digitais, há risco de negligência na avaliação visual e tátil dos materiais processados. Esse fenômeno demonstra que automação exige reforço das competências profissionais, e não sua substituição.

Nogueira e colaboradores mostram que, durante a pandemia, plataformas digitais e sistemas automatizados de acompanhamento de fluxo de pacientes, uso de EPIs e indicadores de biossegurança foram decisivos para organizar respostas emergenciais. A IA contribuiu para prever ocupação hospitalar, ajustar fluxos e antecipar gargalos. Porém, a falta de integração entre sistemas digitais e rotinas presenciais comprometeu a coerência institucional em algumas unidades, revelando que tecnologias avançadas exigem arquitetura de dados articulada e governança técnica sólida.

A síntese das evidências revela que automação, inteligência artificial e rastreabilidade ampliam a capacidade institucional de monitorar riscos, padronizar processos e antecipar falhas. Contudo, essas tecnologias só fortalecem a biossegurança quando acompanhadas de supervisão humana qualificada, validação periódica, interpretação crítica dos dados e integração com políticas robustas de governança. A segurança, nesse contexto, emerge da interação equilibrada entre sistemas inteligentes e responsabilidade profissional, garantindo que a tecnologia seja instrumento de proteção e não fonte de novos riscos.

12.4 Análises internacionais e cenários futuros

As análises internacionais indicam que a biossegurança se encontra em um processo acelerado de transformação, impulsionado pelo avanço tecnológico, pela circulação global de patógenos e pela convergência entre riscos biológicos, químicos e digitais. Normativas e padrões de referência desenvolvidos em países com alta complexidade assistencial vêm orientando ajustes institucionais que ultrapassam fronteiras e influenciam diretamente o planejamento dos sistemas de saúde. O Canadian Biosafety Standard exemplifica essa tendência ao propor um modelo de biossegurança que articula avaliação contínua de risco, certificação periódica, rastreabilidade rigorosa e integração entre tecnologia e contenção física, estabelecendo parâmetros que têm sido considerados por instituições ao redor do mundo como diretrizes estratégicas para harmonizar práticas de proteção (CANADA, 2022). Esse movimento evidencia que a biossegurança contemporânea depende de referenciais globais capazes de antecipar riscos emergentes.

A partir desse cenário, observa-se que as mudanças internacionais convergem para três eixos centrais: fortalecimento da governança técnica, ampliação de sistemas digitais de monitoramento e incorporação de tecnologias inteligentes na gestão dos riscos. Malik mostra que países que avançam na integração entre biossegurança e sustentabilidade vêm redefinindo os processos de gerenciamento de resíduos, reduzindo dependência de tratamentos ambientalmente nocivos e adotando tecnologias com menor impacto químico e biológico (MALIK, 2025). Essa combinação entre proteção ocupacional e responsabilidade ambiental tende a se tornar padrão internacional, influenciando legislações, práticas de auditoria e critérios de acreditação.

No campo da contenção biológica, Yeung e sua equipe indicam que as tendências internacionais apontam para reforço de mecanismos de certificação, monitoramento ambiental em tempo real e validação rigorosa de cabines de biossegurança, inclusive com sensores inteligentes e protocolos de manutenção preditiva. Esses sistemas respondem diretamente ao aumento da circulação global de patógenos, ao surgimento de variantes resistentes e à crescente dependência de diagnósticos laboratoriais de alta precisão. A incorporação dessas tecnologias não elimina a necessidade de supervisão humana, mas redefine o papel dos profissionais, que passam a atuar como analistas críticos da coerência entre dados, equipamentos e rotinas.

Em relação às políticas públicas, o período pós-pandêmico ampliou o foco das agendas internacionais sobre biossegurança. Organismos multilaterais passaram a enfatizar a relevância de sistemas de vigilância integrados, capazes de conectar informações epidemiológicas, laboratoriais e ambientais. Nogueira e colaboradores demonstram que, nos contextos reais de crise, países com estruturas robustas de biossegurança responderam com maior agilidade às demandas de reorganização dos fluxos clínicos, integração das equipes e proteção dos trabalhadores. Esses achados reforçam que o futuro da biossegurança exige investimentos contínuos, atualizações normativas frequentes e incorporação de competências que permitam adaptar rotinas em cenários de instabilidade.

A literatura internacional também aponta para expansão dos ambientes híbridos e da digitalização como fenômenos irreversíveis. A OPAS e o Ministério da Saúde destacam que modelos de biossegurança precisaram se adaptar à crescente interdependência entre dispositivos digitais, plataformas inteligentes e práticas presenciais. Esse movimento tende a se intensificar, fazendo com que futuras políticas integrem elementos como segurança informacional, rastreabilidade avançada, validação automatizada de fluxos e tomada de decisão baseada em dados. Ao mesmo tempo, os cenários futuros indicam que a dependência tecnológica cria novos riscos e exige políticas que contemplem falhas sistêmicas, interrupções digitais e vulnerabilidades operacionais.

Nos ambientes hospitalares, a EBSE RH evidencia que o fortalecimento de comissões de segurança, núcleos de qualidade e equipes responsáveis por auditorias continuará sendo componente essencial para adaptar as instituições às tendências internacionais. A governança clínica tende a se tornar mais multidisciplinar, conectando profissionais de tecnologia, cientistas de dados, engenheiros clínicos e equipes assistenciais. Essa integração redefine a biossegurança como campo transversal, orientado por evidências, tecnologia e respostas rápidas às mudanças epidemiológicas.

A síntese das evidências internacionais mostra que os cenários futuros da biossegurança exigem sistemas capazes de combinar inteligência tecnológica, avaliação contínua de riscos, formação permanente e governança institucional sólida. O campo se orienta para modelos mais autônomos, integrados e preditivos, que ampliam a capacidade das instituições de antecipar falhas, responder a emergências e proteger trabalhadores e pacientes em ambientes cada vez

mais complexos. Assim, as tendências globais afastam definitivamente a biossegurança de uma perspectiva meramente normativa e a reposicionam como componente estratégico da gestão em saúde, alinhado à inovação, ao rigor técnico e à responsabilidade institucional.

12.5 Transformações necessárias no campo da biossegurança

O campo da biossegurança se encontra diante de um conjunto de transformações indispensáveis para acompanhar a complexidade crescente dos serviços de saúde, o avanço tecnológico e a emergência contínua de novos riscos. As evidências nacionais e internacionais indicam que a biossegurança precisa deixar definitivamente o lugar de um conjunto isolado de normas e se constituir como eixo estruturante da governança institucional. O Ministério da Saúde, em articulação com a OPAS, afirma que novas políticas devem integrar vigilância, educação permanente, inovação tecnológica e responsabilidade ambiental, consolidando uma abordagem sistêmica capaz de responder a cenários instáveis e dinâmicos (BRASIL; OPAS, 2010).

Uma das transformações mais urgentes envolve o fortalecimento das estruturas institucionais de governança. A EBSEH demonstra que a biossegurança depende de sistemas capazes de monitorar riscos, revisar protocolos, supervisionar equipes e garantir que decisões clínicas estejam alinhadas às melhores evidências. Ainda que muitas instituições tenham avançado nesse sentido, persistem desigualdades significativas na capacidade de manter programas contínuos de qualificação, documentar não conformidades e promover respostas rápidas a incidentes. O fortalecimento da governança requer investimentos estruturais, ampliação das equipes técnicas e criação de fluxos mais robustos de comunicação interna.

Outra transformação necessária diz respeito à integração entre tecnologia e práticas de segurança. O Canadian Biosafety Standard mostra que sistemas inteligentes de monitoramento, plataformas digitais e automação de processos só fortalecem a biossegurança quando acompanhados de supervisão humana qualificada, validação periódica e capacidade de interpretar criticamente dados produzidos por tecnologias avançadas (CANADA, 2022). Instituições que depositam confiança exclusiva na automação tendem a negligenciar riscos que

permanecem invisíveis aos sistemas digitais. O futuro da biossegurança exige equilíbrio entre inteligência tecnológica e responsabilidade profissional.

No campo da proteção ocupacional, Ricoldi argumenta que a NR-32 precisa ser reinterpretada à luz dos novos desafios trazidos por ambientes digitalizados e processos automatizados. Embora a norma permaneça essencial para estruturar a proteção dos trabalhadores, seus princípios precisam dialogar com as novas dinâmicas laborais, incorporando elementos de segurança informacional, rastreabilidade avançada e riscos associados à interação homem-máquina. Essa reinterpretação não substitui a NR-32, mas amplia seu alcance, reforçando sua atualidade diante de transformações tecnológicas.

Transformações também se fazem necessárias no manejo de resíduos e nos impactos ambientais. Malik demonstra que sistemas de saúde precisam avançar para modelos sustentáveis, reduzindo dependência de práticas de alto impacto ambiental e adotando tecnologias de tratamento que integrem segurança, eficiência e responsabilidade ecológica (MALIK, 2025). O futuro da biossegurança demanda articulação entre saúde pública e sustentabilidade, reconhecendo que a proteção dos trabalhadores não pode ser desconectada da proteção do meio ambiente.

Nos ambientes laboratoriais, Yeung e sua equipe evidenciam que transformações estruturais incluem fortalecimento da contenção microbiológica, modernização de cabines, incorporação de sensores inteligentes e ampliação dos mecanismos de certificação. A confiabilidade diagnóstica depende cada vez mais de sistemas capazes de detectar falhas sutis, ajustar automaticamente parâmetros ambientais e emitir alertas precoces sobre variações críticas. Essas mudanças exigem atualização constante das equipes e intensificação dos processos formativos.

Do ponto de vista educacional, Souza e colaboradores mostram que a formação em biossegurança precisa ser contínua, crítica e conectada à prática real. Programas eventuais de capacitação já não são suficientes para sustentar práticas seguras em ambientes híbridos e tecnologicamente complexos. A transformação exige institucionalizar a educação permanente como política transversal, reforçando competências analíticas, habilidades técnicas e capacidade de interpretar cenários de risco.

A pandemia, analisada por Nogueira e colaboradores, evidenciou que transformações urgentes incluem melhorar a prontidão institucional e a capacidade de reorganizar fluxos assistenciais em curto prazo. Instituições que dependiam de protocolos rígidos e estruturas estáticas enfrentaram maiores dificuldades, mostrando que a biossegurança do futuro deve operar com flexibilidade metodológica, governança responsiva e tecnologias que permitam adaptar condutas rapidamente.

Por fim, a transformação necessária envolve consolidar uma cultura organizacional que trate a biossegurança como fundamento ético e compromisso institucional. Galvão, Remigio e Lobo demonstram que ambientes onde a biossegurança é valorizada pelo coletivo apresentam maior consistência técnica, menor variabilidade operacional e maior adesão às práticas seguras. Essa cultura não surge espontaneamente; ela é resultado de liderança qualificada, comunicação transparente e participação ativa das equipes.

A síntese das evidências mostra que o futuro da biossegurança dependerá da capacidade das instituições de integrar governança, tecnologia, formação contínua, responsabilidade ambiental e cultura organizacional. Essas transformações, quando articuladas de forma coerente, permitirão construir sistemas de saúde mais seguros, resilientes e preparados para enfrentar riscos emergentes com precisão técnica e consistência ética. A biossegurança, nesse horizonte, deixa de ser apenas campo normativo e se consolida como estratégia indispensável para a proteção dos trabalhadores, dos pacientes e da sociedade.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares – EBSEH. **Caderno de Segurança do Trabalho para Hospitais da Rede EBSEH**. Brasília: EBSEH, 2022. 1. ed.
- BRASIL. Ministério da Saúde; Organização Pan-Americana da Saúde. **Biossegurança em saúde: prioridades e estratégias de ação**. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.
- CANADA. Public Health Agency. **Canadian Biosafety Standard**. 3. ed., 2022.
- COSTA, K. P.; et al. Adherence to nursing biosafety measures in the intensive care unit. **Revista Nursing**, 2020.
- EBSEH. Programa: Garantia da Qualidade nas Unidades que Possuem Equipamentos Emissores de Radiação Ionizante. Versão 3. HC-UFTM/EBSEH, 2025.
- GALVÃO, Bruno Henrique Andrade; REMÍGIO, Gabriel Nelson Rolim; LOBO, Letícia Teixeira. Avaliação do conhecimento de biossegurança em profissionais da Central de Material e Esterilização de um hospital de referência. *Disciplinarum Scientia. Série: Ciências da Saúde*, v. 25, n. 1, p. 137-149, 2024.
- GOMES, A. P. Biosecurity and infectious diseases: contemporary challenges in healthcare. **Brazilian Journal of Health Review**, 2022.
- JAGTAP, G. A.; et al. **The Role of the Biosafety Cabinet in Preventing Infection in the Clinical Laboratory**. 2023.
- KIMMAN, T. G.; et al. **Evidence-Based Biosafety: a Review of the Principles and Practice of Biosafety in Working with Biological Agents**. 2008.
- LEMOS, Danuza Frede Silva. NR 32 – **Segurança e Saúde nos Trabalhos em Serviços de Saúde: Módulo 4 – Radiações Ionizantes**. HC-UFTM/EBSEH.
- MALIK, M. Biosafety, biosecurity and hospital waste: a review article. **CBS Sciences**, 2025.
- NOGUEIRA, R. A.; et al. O impacto da pandemia da COVID-19 nas práticas de biossegurança hospitalar. **Revista de Medicina (São Paulo)**, v. 102, n. 3, e-206934, 2023.
- PAIVA, Luciano Henrique de. NR 32 – **Riscos Químicos e Resíduos dos Serviços de Saúde: Como atuar de forma a minimizar os riscos químicos e com resíduos de serviços de saúde**. HC-UFTM/EBSEH.
- RICOLDI, Paulo Edson. **Norma Regulamentadora nº 32 (NR-32): Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde**. HC-UFTM/EBSEH.
- RICOLDI, Paulo Edson. NR 32 – **Riscos Biológicos: Como atuar de forma a minimizar os riscos biológicos**. HC-UFTM/EBSEH.
- SIEGEL, J. D.; RHINEHART, E.; JACKSON, M.; CHIARELLO, L. 2007 **Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings**. CDC, 2007.
- SILVA, O. M.; et al. Biosafety measures to prevent COVID-19 in healthcare professionals. **Acta Paulista de Enfermagem**, 2021.
- SOUZA, R. N. S.; et al. **Evaluation of knowledge of biosafety of health professionals of multiprofessional residence of a hospital**. 2022.
- TANG, Q.; et al. **Enhancing laboratory biosafety management: a study in a psychiatric hospital's laboratory in China**. 2024.

YEUNG, E. Y. H.; et al. A Review of Laboratory Biosafety and Infection Prevention and Control Practices in Healthcare and Clinical Laboratories. **Sustainability**, v. 17, 2025.